

# REVISTA DE LA ACADEMIA COLOMBIANA de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

LA ACADEMIA ES ORGANO CONSULTIVO DEL GOBIERNO NACIONAL

VOLUMEN XIII

DICIEMBRE DE 1969

NUMERO 51

PATRONO DE LA ACADEMIA:

SEÑOR PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

PRESIDENTE DE LA ACADEMIA:

VICENTE PIZANO RESTREPO

DIRECTOR DE LA REVISTA:

LUIS DUQUE GOMEZ

## SUMARIO:

	Págs.
Contribución al conocimiento de la morfología, ecología, comportamiento y distribución geográfica de <i>Podocnemis vogli</i> , <i>Testudinata (Pelomedusidae)</i> , por <i>Humberto Alarcón Pardo</i> . . . . .	303
El contexto cultural de un alucinógeno aborigen: <i>Banisteriopsis Caapi</i> , por <i>G. Reichel - Dolmatoff</i> . . . . .	327
Origen, naturaleza y posible formación endógena de los alucinógenos, por <i>Roberto Galán Ponce</i> . . . . .	347
Características físicas, químicas y organolépticas del almidón de "achira", por <i>Rafael Morales Rodríguez</i> . . . . .	357
Carlos Bertero, una figura más entre los botánicos de Colombia, por <i>Enrique Pérez Arbeláez</i> . . . . .	371
Infección natural de <i>Mus musculus</i> con <i>Trypanosoma cruzi</i> , en una región de Colombia, S. A., por <i>A. Morales - Alarcón</i> , <i>A. Corredor - Arjona</i> , <i>E. Osorno - Mesa</i> y <i>J. Parra - Márquez</i> . . . . .	375
Phlebotominae de Colombia ( <i>Diptera, Psychodidae</i> ). IV - <i>Lutzomyia longipalpis</i> (Lutz & Neiva, 1912) en Colombia, S. A., por <i>E. Osorno - Mesa</i> , <i>A. Morales - Alarcón</i> y <i>F. de Osorno</i> . . . . .	379
Phlebotominae de Colombia ( <i>Diptera, Psychodidae</i> ). V - Descripción de una nueva especie de <i>Lutzomyia</i> , por <i>A. Morales - Alarcón</i> , <i>E. Osorno - Mesa</i> , <i>F. de Osorno</i> y <i>P. Muñoz de Hoyos</i> . . . . .	383
Hallazgo de un perro naturalmente infectado con Kala-azar, en Colombia, S. A., por <i>A. Corredor - Arjona</i> , <i>J. Parra - Márquez</i> y <i>A. Morales - Alarcón</i> . . . . .	391
El diario inédito de Humboldt, por <i>Jorge Arias de Greiff</i> . . . . .	393
El mapa de Humboldt del río Magdalena, por <i>Jorge Arias de Greiff</i> . . . . .	399
El efecto Compton inverso en la astrofísica, por <i>Vladimir Garrido O.</i> . . . .	403

(Las responsabilidades de las ideas emitidas en la Revista corresponden a sus autores.

La colaboración es solicitada. No se devuelve la colaboración espontánea ni se mantiene correspondencia sobre ella).



EMBLEMA DE LA ACADEMIA MATRIZ ESPAÑOLA

SEDE DE LA ACADEMIA: OBSERVATORIO ASTRONÓMICO NACIONAL  
APARTADO NACIONAL 8584 - CALLE 8.ª CARRERA 8.ª - BOGOTÁ 1, D. E. COLOMBIA

# CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA MORFOLOGIA, ECOLOGIA, COMPORTAMIENTO Y DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE *PODOCNEMIS VOGLI*, *TESTUDINATA* (*PELOMEDUSIDAE*)

Por HUMBERTO ALARCON PARDO

Quiero, en breves líneas, expresar mi más vivo reconocimiento a todas y cada una de las personas que en una u otra forma contribuyeron a darle realidad a este trabajo, ya que sin su valiosa cooperación hubiera sido poco menos que imposible llegar a los resultados obtenidos.

Al Profesor doctor Federico Medem, Jefe de la Sección de Biología Tropical, "Instituto Roberto Franco" - Villavicencio, quien dirigió con amabilidad y tacto a éste su honorando discípulo.

Al doctor Luis E. Mora Osejo, Director del Instituto de Ciencias Naturales - Bogotá, sin cuya oportuna intervención y acertados consejos, no hubiera logrado coronar mis esfuerzos.

Al doctor Juan Herkrath, Decano de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.

Al doctor Jorge Hernández Camacho, Jefe de la Sección de Mastozoología del Instituto de Ciencias Naturales.

Al doctor Hans Marinkelle, Jefe del Departamento de Parasitología de la Universidad de Los Andes - Bogotá.

A los doctores: Fernando Mañe-Garzón, Museo de Historia Natural, Montevideo - Uruguay; J. J. C. Buckley, LSHTM, Londres.

Además a la señorita Elsa Matiz, Secretaria de la Asociación de Médicos Residentes e Internos de la Universidad Nacional; al señor Estrada, Dibujante del ICN; al señor Carlos Velásquez, Técnico preparador del IRF; al señor Luis A. Rivera, motorista del IRF; al señor Pedro Velásquez y a don Alvaro Castro (Peralonso).

Por último al doctor Jorge Barrera y al hacendado don Luis Herrera, de Puerto Carreño.

## INTRODUCCION

El género *Podocnemis* Wagler, actualmente confinado a Suramérica y Madagascar, tenía una distribución más amplia en épocas geológicas pasadas. Así, por ejemplo, se encontraron fósiles en el Cretáceo inferior de Arkansas y Alabama, Estados Unidos (Schmidt, 1940, Zangerl, 1948); en el Paleoceno, Eoceno y Mioceno de Africa (Williams, 1954 a); en el Eoceno, Oligoceno y Mioceno de Europa (Simpson, 1943) y en el Eoceno de la India (Simpson, 1943, Zangerl, 1948).

De Suramérica se hallaron fósiles pertenecientes al género *Podocnemis* en el Mioceno de Colombia y Venezuela (Simpson, 1943, Royo y Gómez, 1946, Stirton, 1953) y en el Cretáceo superior del Brasil (Price, 1953); (respecto a la bibliografía véase: Medem, 1964).

*Podocnemis vogli*, comúnmente denominada como "Sabanera" o "Galápaga", solo fue descrita como especie válida hace unos treinta (30) años; anteriormente se confundió con otra especie.

## Nomenclatura

Ordo Testudinata

Subordo Pleurodira

Familia Pelomedusidae

Genus *Podocnemis* Wagler, 1830, Nat. System, Amph., p. 135.

1935 *Podocnemis vogli*: L. Müller, Zool. Anz., vol. 110, p. 104. fig. 1-3.

*Terra typica*: "Barinas, Estado de Zamora, Venezuela"; actualmente Barinas, Estado de Barinas, Venezuela.

*Holotypus*: Zoologische Staatssammlung, München, N° 128, juvenil (macho?), Carapax: 92 mm long., total en formol. *Paratypus*: Zool. Staatssammlg., München, N° ?, adulto, Carapax: 275.0 mm long., concha y cráneo; ambos coleccionados por el P. Cornelius Vogl, 1928.

## Sinónimos

1852 *Podocnemis Lewyana* A. Duméril, partim, Arch. Mus. Hist. Nat. París, vol. 6 p. 242, pls. 18 - 19. *Terra typica*: Venezuela.

1945 *Podocnemis cayennensis* Fiasson, Les Cahiers L'I.F.A.L., vol. 3, p. 35.

1955 *Podocnemis cayennensis* Mondolfi, Mem. Sec. Ci. Nat. La Salle, Caracas, vol. 15, p. 177.

Williams (1954, p. 281). Estudió los Cotypi de *P. lewyana* en el Museo Nacional d'Histoire Naturelle de París, y encontró que los dos ejemplares pertenecen a dos diferentes especies. El ejemplar ilustrado, presentado por B. Lewy con localidad Santa Fé de Bogotá (sic), constituye claramente el *Holotypus* de *lewyana*, mientras que el otro, procedente de Venezuela, sin localidad exacta, es un representante de *P. vogli*.

El primer registro de *P. vogli* de Colombia lo hicieron Müller & Hellmich (1940, p. 139), de la Hacienda "La Quebradita" (lagunas Chichimene, Grande, Cañaguatate y Santa Bárbara), Mun. de Acacias (Meta); los mismos autores mencionan referencias sobre la anidación en diciembre.

Nicéforo María (1952, p. 15) la señaló del río Guatiquía (Meta), a unos 25 kms al Este de Vi-

llavencio; *Medem* (1958, p. 28) del Caño Cajuy (Meta), a 26 kms al Este de Villavicencio; y Caño Aguas Claras (Meta), al Norte de Pto. López; de Orocué, río Meta; Laguna de Marcela, al Norte de San Juan de Arama (Meta) y de la región de San José del Guaviare, Laguna la María (Vau-pés).

*Mondolfi* (1955, p. 178-179). Presentó por primera vez datos detallados sobre la reproducción de la "Sabanera" en los Llanos de Apure (Venezuela).

El presente estudio contribuye con datos nuevos acerca de morfología, ecología, comportamiento y distribución geográfica.

Hecho en base de 164 ejemplares entre machos, hembras y juveniles, cantidad obtenida por primera vez para *Podocnemis vogli*, permitió también un estudio bio-estadístico en detalle, trabajo que será publicado próximamente.

## MATERIAL Y METODOS

### *Medidas*

Las dimensiones lineales del material estudiado, incluyendo los huevos, fueron efectuadas con un calibrador Vernier y expresadas en milímetros con aproximación de 0.1 mm, excepto la longitud de la cuerda del *Carapax* que fue obtenida con aproximación de 1 mm mediante una cinta métrica metálica flexible; para las dimensiones efectuadas en los nidos se utilizó un metro metálico y se obtuvieron con aproximación de 0.5 cm. El peso fue obtenido con aproximación de 0.1 gr en ejemplares recién capturados.

Las dimensiones del material se tomaron en ejemplares vivos, frescos o preservados. Con exclusión de las longitudes de cola y peso, que siempre fueron tomadas en material no preservado, ninguna de las restantes dimensiones lineales es afectada sensiblemente por efectos de deshidratación o deformación concomitantes con la preservación.

Las tonalidades cromáticas que aparecen en inglés fueron comparadas directamente con el Atlas de colores de *Ridgway* (1912).

Las dimensiones lineales que requieren explicación son las siguientes:

1) *Longitud del Carapax (recta)*: Distancia en línea recta, desde el borde anterior del *Carapax* en el extremo anterior de la sutura, entre marginal N° 1 hasta el borde posterior del *Carapax* en el extremo posterior de la sutura entre las placas supracaudales.

2) *Longitud del Carapax (curva)*: Tomada entre los mismos puntos de la anterior, pero mediante cinta métrica metálica aplicada a la superficie del *Carapax* y siguiendo la línea medio-dorsal de éste, de tal manera que esta dimensión equivale a la longitud del perfil dorsal del *Carapax*.

3) *Anchura del Carapax*: Máxima distancia en línea recta entre los bordes laterales del *Carapax*, a nivel de las suturas, entre las placas marginales 6ª y 7ª

4) *Altura máxima*: Distancia entre la superficie ventral del *Plastron* en la sutura medio-ventral a nivel de la porción de las placas abdominales, hasta el punto más elevado o convexo de la superficie dorsal del *Carapax* (punto que viene a situarse cerca de la sutura entre la 2ª y 3ª placas vertebrales).

5) *Longitud máxima del Plastron*: Distancia máxima en línea recta entre el punto del borde anterior de la placa intergular hasta el borde posterior de la placa anal más larga.

6) *Longitud media del Plastron*: Distancia máxima en línea recta desde el borde anterior de la placa intergular hasta el extremo posterior de la sutura medio-ventral.

7) *Longitud del lóbulo anterior*: Línea recta a lo largo de la sutura medio-ventral desde el borde anterior de la placa intergular hasta la sutura transversal que separa las placas pectorales y abdominales.

8) *Ancho del lóbulo anterior*: Distancia máxima transversal entre los bordes laterales del *Plastron* a nivel del borde anterior de la escotadura axilar.

9) *Longitud del lóbulo posterior*: Línea recta desde la sutura transversal que separa las placas abdominales hasta el extremo posterior de la placa anal más larga.

10) *Ancho del lóbulo posterior*: Entre los bordes laterales del *Plastron* a nivel del borde posterior de la escotadura inguinal.

11) *Amplitud de la escotadura anal*: Entre los extremos posteriores de las placas anales.

12) *Longitud "precloacal" de la cola*: Distancia máxima en línea recta entre el extremo posterior de la sutura medio-ventral del *Plastron* (punto más profundo de la escotadura anal), hasta el borde posterior de la cloaca.

13) *Longitud post-cloacal de la cola*: Distancia máxima en línea recta desde el borde posterior de la cloaca hasta el extremo distal de la cola.

14) *Longitud total de la cola*: Obtenida en cada individuo por adición de los valores conseguidos para las dimensiones 12 y 13.

Para evitar una confusión de terminología, común en la literatura, se usa:

1) *Escamas*: Para las escamas córneas que cubren la cabeza y partes de las extremidades.

2) *Láminas*: Para las escamas o placas córneas que cubren el *Carapax* y *Plastron*.

3) *Placas*: Para las placas óseas (*Entoplastron*, *Mesoplastra*).

Agregamos a continuación la Tabla de *Nomenclatura de las láminas córneas de la concha*:

USADOS EN EL TEXTO	CARR 1952
Nucal (no existe en <i>P. vogli</i> )	Precentral
Marginal	Marginal
Supracaudal (que es una marginal)	Postcentral
Vertebral	Central
Costal	Lateral

### *Métodos de captura*

Con este fin utilizamos, quizás por primera vez, un método distinto a los usados generalmente en la captura de tortugas fluviolacustres. Las capturas se ejecutaron en lagunas, mediante redes largas, de 35 m, con perforaciones cuadradas de 10 cm de lado, de un ancho aproximado de 3 m, con flotadores de madera balsa (de unos 15 cm de longitud) dispuestos en el cordel superior y la parte inferior sin lastre, a fin de facilitar el arrastre de la red a nivel del fondo de la laguna correspondiente. Se calcula que el método utilizado nos dio una efectividad que sobrepasa a los demás, como son los de captura a mano, tanto en caños como en tierra firme, o los de pesca de los ejemplares mediante sedales con anzuelos o trampas.

Para charcas y pozos pequeños fue empleada la atarraya, que tiene una alta efectividad, principalmente con individuos jóvenes.

Las fechas de captura durante las cuales se hizo uso de las redes largas corresponden a enero 21 y enero 29 de 1967. En la primera fecha se coleccionó un total de 69 ejemplares y en la segunda un total de 70 ejemplares. La red fue utilizada como si fuera "de arrastre"; un extremo de la red se mantuvo fijo en una orilla de la laguna (en su parte más ancha); luego la red se estiró en dirección a la orilla opuesta, y con el extremo libre de la red (manteniendo su borde inferior prácticamente al nivel del fondo) se fue cerrando en semicírculo hasta encontrar en la orilla de la laguna la punta de la red que permaneció fija.

El total del material capturado durante este estudio fue de 164 ejemplares los que sexados constituyeron: 71 ejemplares machos, 57 hembras y 36 juveniles. El total de nidos estudiados fue de diez (10).

Los ejemplares que fallecieron en cautividad se fueron preservando mediante inyección de una solución de formol al 30% y algunas veces hasta el 50%. Los huevos colectados en las diferentes localidades fueron colocados en alcohol al 70%.

### MORFOLOGIA EXTERNA DE LA CONCHA

#### *Carapax*

*Aspecto general:* El contorno del *Carapax*, es ampliamente oblongo-ovoideo, con su mayor an-

chura coincidiendo con la octava lámina marginal. Este contorno varía ontogénicamente, siendo más obovoide en los adultos por la mayor proyección lateral o lateroposterior de las marginales 7, 8, 9 y 10. En el margen anterior hay una leve y amplia concavidad medial que afecta los márgenes anteriores del primer par de marginales; esta concavidad es menos pronunciada en los adultos. (Figs. 1-3 y 5).

En conjunto la superficie del *Carapax* se aprecia como una estructura convexa en sentido anteroposterior y bilateral. Presenta una amplia quilla o carina mediodorsal poco definida, sobre los escudos vertebrales cuya anchura equivale aproximadamente a  $\frac{1}{4}$  de la anchura de la vertebral tercera donde la carina es más conspicua, siendo obsolescente en las dos últimas vertebrales. Por lo general dicha quilla es menos prominente en los adultos que en los juveniles.

*Aspecto anterior:* El borde dorsal del *Carapax* es muy convexo aunque no describe un arco regular; muestra una convexidad poco definida mediodorsalmente, y es más pronunciada en la carina vertebral. El borde anterior muestra una amplia escotadura cóncava a nivel de las láminas marginales anteriores Nos. 1-3 y luego pasa a describir un trazo ligeramente convexo.

*Aspecto posterior:* El contorno dorsal es similar a la del aspecto anterior, pero es rectilíneo a nivel de las láminas supracaudales; esto refleja la tendencia progresiva de las marginales números 7-11 a ser menos ascendentes, de lo cual resulta a cada lado una depresión anteroposterior en el sector posterolateral del *Carapax* entre la porción inferior de las costales y marginales; esta depresión es más marcada entre la segunda y cuarta costales y la octava y décima marginales y desaparece a nivel de la última vertebral.

El borde posterior es casi horizontal leve e indistintamente convexo a nivel de las supracaudales, cóncavo a nivel de la quinta y séptima marginales, en varios individuos, mientras en otras es verticalmente recto.

*Aspecto lateral:* El *Carapax* visto de perfil describe una convexidad bastante regular, la cual se hace ligeramente rectilínea en las láminas marginales N° 1 y supracaudales, siendo ascendente en la lámina marginal N° 1 y descendente en las láminas supracaudales. El punto más elevado del *Carapax* corresponde con la tercera lámina vertebral; en juveniles la convexidad es más acusada y es continua, desde el extremo anterior hasta el posterior.

#### *Láminas córneas del Carapax*

*Marginales:* En todos los individuos examinados se presentan en número de doce (12) a cada lado. Su forma y proporciones varían entre sí. El primer par de las marginales ha sido denominado también nucleales (Medem, 1964, p. 356, Figs. 7-8);

sin embargo, una lámina nucal córnea propiamente dicha no existe en los *Pelomedusidae* (Wermuth & Mertens, 1961, p. 283).

Al último (12º) par de las *marginales* se les denomina como *supracaudales*.

El primer par de *marginales* tiene forma trapezoidal y ambas láminas son muy iguales con relación a sus dimensiones; forman una escotadura leve en profundidad pero con un ángulo muy amplio. Las números 5-6 son rectángulos un tanto irregulares; la Nº 6 semeja un pentágono, uno de cuyos lados es más corto que los demás y corresponde a la sutura de unión de esta lámina marginal con una costal. La Nº 7 es también en forma de trapecio más o menos regular; la 8ª presenta forma pentagonal; la 9ª también es de forma trapezoidal y la 10ª es un pentágono con dos lados más cortos que los demás y que corresponden a las suturas de unión con las láminas costal y vertebral.

En las *supracaudales* la longitud y anchura son virtualmente iguales. Con relación a longitud y anchura se puede observar como carácter constante que las *marginales* 8-11 son más anchas que largas; las láminas 1, 2, 3, 4, 5 y 7 son más largas que anchas.

*Costales*: La lámina costal 1 es la más grande con relación a todas las demás y su forma es de trapecio, con el lado más amplio en las suturas de unión con las *marginales* 2-5. La costal 2 es más grande con relación a todas las demás láminas de *Carapax*; tiene la forma de un pentágono con dos lados menores que corresponden a las suturas de unión de esta lámina con las *vertebrales* 2 y 3.

La costal 3 presenta forma de hexágono irregular, sus lados corresponden a suturas de unión de ésta con las láminas *vertebrales* 3-4.

La costal 4 presenta forma de hexágono algo irregular y cuyos lados de unión con las *marginales* 9-11 son más cortas.

Como vemos, las *costales* siempre presentes en número de 4 a cada lado, son diferentes todas entre sí, tanto en forma como en longitud y anchura, siendo la costal 1 *mayor* que todas las demás y en forma descendente con relación al tamaño hasta llegar al número 4 que es la *menor*; las suturas de las láminas entre sí presentan variabilidad en buen grado; las de las costales con las *marginales* se efectúan hacia la parte media de las láminas 4, 6 y 8 y en el extremo anterior de la *marginal* 1 con las *costales* 2, 3, 4 y 1 respectivamente. Dichas suturas de unión son constantes en la gran mayoría de los individuos.

*Vertebrales*: Las formas que presentan estas láminas varían desde la 1 a la 5 entre sí, en forma, tamaño y dimensiones. La *vertebral* Nº 1 semeja un trapecio; la Nº 2 presenta forma de hexágono, variando individualmente con relación a los lados que corresponden a las suturas de unión con las costales respectivas; la *vertebral* 3 semeja también un hexágono al igual que la anterior, pero algo más irregular; la variación en sus lados

correspondientes a suturas de unión con las costales es variación individual; las láminas *vertebrales* 4 y 5 tienen forma de heptágono y hexágono respectivamente.

Con relación al tamaño entre las 5 *vertebrales*, la Nº 2 es la *mayor* de todas, excediéndolas tanto en longitud como en ancho; con relación a suturas de las *vertebrales* con las costales, las *costales* 1 a 4 se unen con las *vertebrales* 1 a 5, pero además la *vertebral* 1 se une en su parte más anterior con el primer par de *marginales* y la *vertebral* 5 se une en su parte más posterior con las *supracaudales*.

### Plastron

*Aspecto general*: Visto en conjunto y sin tener en cuenta las zonas correspondientes a los puentes, el *Plastron* tiene una forma oblonga entera pero en su extremo posterior con una escotadura anal que varía en profundidad y en ángulo según el sexo. (Véase: Dimorfismo sexual, Tab. Nº 4).

El *Plastron* está formado entonces por dos lóbulos: uno anterior cuyos bordes son enteros, y uno posterior que presenta en el extremo una escotadura anal; los dos lóbulos difieren muy poco, tanto en longitud como en anchura. El *Plastron* está unido con el *Carapax* por los puentes, uno a cada lado. (Figs. 2, 4, 6).

*Aspecto lateral*: El *Plastron* presenta hacia la zona pectoro-abdominal una ligera elevación que se hace más discernible por el hecho de que tanto el lóbulo anterior como el posterior presentan un doblamiento hacia la zona del *Carapax*; este doblamiento se hace más patente a partir de las placas humerales y gulares para el lóbulo anterior, y de las placas femorales y anales para el lóbulo posterior.

### Láminas córneas del Plastron

Las láminas córneas que cubren el *Plastron*, vistas desde el borde anterior al posterior, son las siguientes:

La lámina *intergular* que es singular, las *gulares*, *humerales*, *pectorales*, *abdominales*, *femorales* y *anales*, todas pares. Las láminas *axilares* e *inguinales* también son pares al igual que las *infra-marginales*.

La lámina *intergular* situada en el centro separa las dos *gulares* y siempre es más larga que éstas; su configuración varía individualmente, es ligeramente más angosta que las *gulares*, en ejemplares de tamaño menor de ambos sexos y en los machos adultos, mientras que en las hembras adultas más grandes es algo más ancha. Las láminas *humerales*, *pectorales*, *femorales* y *anales* son menores en tamaño que las *abdominales*; las *anales* presentan en su extremo posterior una escotadura bastante ancha y profunda; el ángulo de esta escotadura varía en ambos sexos (Véase: Dimorfismo sexual, Tab. 4). Todas estas láminas,

desde las *humerales* a las *anales* están separadas por la *Sutura Medio-Ventral* (SMV), y varían en tamaño y configuración individualmente; las láminas *intergular*, *gulares*, *humerales* y *pectorales* forman el lóbulo *anterior*, mientras que las *femorales* y *anales* forman el lóbulo *posterior*.

El *punte* está cubierto por parte de las láminas *pectorales*, *abdominales* y por las *inframarginales* 4 - 8 (Ver Figs. Nos. 2, 4, 6). Los bordes anteriores y posteriores del *punte* están cubiertos generalmente por pequeñas láminas denominadas *axilares* e *inguinales*; sin embargo, en la mayoría de los ejemplares de *P. vogli*, las axilares e inguinales *no existen*; no se presentan suturas que las separen de los pectorales y abdominales respectivas.

Además, las suturas de 3 *placas óseas* son visibles a través de las láminas córneas (Ver Figs. Nos. 2, 4, 6); así el *Entoplastron* se extiende desde la parte posterior de la lámina *intergular*, el centro de las láminas *humerales* y *pectorales*. Varía individualmente y por lo general es ligeramente más largo que ancho.

Los *Mesoplastra* están cubiertos por las láminas *abdominales* y se extienden hasta los bordes de las pectorales e *inframarginales* 5 y 6 por lo general. Su ancho y longitud es virtualmente igual; tanto el *Entoplastron* como los *Mesoplastra* varían individualmente en forma y tamaño.

### Cabeza

*Aspecto general*: En cuanto a la forma, la cabeza es alargada, ancha hacia la zona de las escamas interparietales y terminando en punta truncada en el extremo anterior.

*Vista dorsal*: Su escamado consiste en (Ver Figs. Nos 7B, 8B, 9B): Una *Frontal* grande y extensa va desde el borde posterior de la nariz hasta la interparietal, bordea las órbitas arriba y posterolateralmente, entra en contacto con la interparietal, parietales, suboculares y la maxilar.

La *zona interorbital* está ocupada por una *escotadura longitudinal* poco profunda que no alcanza el borde anterior de la interparietal.

Una *Interparietal*, cordiforme, más larga que ancha, no alcanza a separar las parietales, con la excepción del ejemplar N° 41.

Un par de *Parietales* muy grandes, separadas entre sí por una sutura medio-dorsal, bordean lateralmente la parte posterodorsal y dorsal del tímpano y están en contacto con las masetéricas, suboculares, frontal e interparietal.

*Vista lateral*: (Figs. Nos. 7A, 8A, 9A). Se observa un par de *escamas maxilares*, largas y anchas, algo cóncavas, que bordean la parte inferior de la órbita y están en contacto con la frontal, suboculares y masetéricas; estas escamas maxilares sobresalen para formar el *Tomium* cortante; vista ventralmente en el extremo anterior forma una *escotadura* de ángulo amplio (Fig. N° 10).

Un par de *Suboculares* de forma pentagonal, grandes, situadas en el sector entre las escamas frontal y maxilar, en contacto con las parietales, masetéricas y maxilar, bordean un pequeño sector posterolateral de las órbitas.

Un par de *Masetéricas*, de forma alargada, cóncava, están en contacto anteriormente con las parietales, las suboculares y la maxilar; en cambio posteriormente no está en contacto directo con ellas. En muchos ejemplares están claramente separadas de la respectiva parietal por el borde posterior del tímpano; en otros individuos, sin embargo, se observa una pequeña escama "Post-timpánica" intercalada, a uno o ambos lados, que conecta las masetéricas con las parietales. (Fig. N° 8A).

Un *Tímpano* que cubre el oído, de forma elipsoide, grande, más largo y menos ancho que las órbitas las cuales son circulares.

*Vista ventral*: La mandíbula está cubierta anteriormente por una *lámina mandibular* larga, ancha y de forma angular; detrás por un par de *postmandibulares* pequeñas, de forma triangular y separadas de la mandibular por una *sutura*. Esta sutura es más discernible en unos individuos que en otros. Un par de *bárbulas* cortas y gruesas, está situado en la parte blanda más cercana al centro del ángulo de la lámina mandibular, en el extremo anterior de la región interramial (Fig. N° 10).

### Cuello, extremidades y cola

Ambos pares de extremidades, el cuello, la cola y las demás partes blandas, están recubiertas por una epidermis gruesa y rugosa.

El *cuello* es alargado, algo grueso y muy flexible, permite mediante torción lateral, que la cabeza quede cubierta por la concha, característica del Subordo *Pleurodira*, al que pertenece. (Fotos 1 - 2).

Las partes más sobresalientes de los *miembros anteriores* son el antebrazo y la mano. La mano es igualmente larga que ancha, con cinco dedos y cinco garras delgadas, largas, bastante fuertes y con membrana interdigital. Dorsalmente, hacia el borde externo y a lo largo del antebrazo, hay unas escamas color negro brillante, cuyo número varía individualmente. (Figs. Nos 1, 3, 5).

En los *miembros posteriores* sobresalen, la perna y el pie, que es más ancho que largo. Posee cinco dedos con membrana natatoria entre ellos, mucho más notoria que en la mano, y cuatro garras largas y gruesas, ya que en el quinto dedo no existe garra. Dorsalmente, hacia el borde externo de la pata y recubriendo el quinto dedo en su longitud total, hay tres *escamas*, de tamaño decreciente hacia el extremo del dedo, gruesas y prominentes, de un color negro brillante. Su presencia es constante en todos los individuos de *Podocnemis vogli*. (Fig. 1).

La cola, larga en ambos sexos (Ver Tab. N° 7), es más gruesa en la parte proximal de los machos debido a la presencia del *Hemipenis*. Tiene a cada lado y hasta su extremo una fila de *Aristas* en forma de estrías que son de color amarillo y cuyo número varía individualmente desde doce (12) hasta diez y seis (16). Su cantidad es muy igual en ambos lados. (Ver fig. N° 13). El orificio cloacal se encuentra en la zona medioventral.

#### DIMORFISMO SEXUAL

Los machos se distinguen de las hembras por el tamaño, longitud de la cola y coloración. Los machos más grandes (N° IRF 154 y N° IRF 10) miden 224.0 mm y 214.0 mm de longitud del *Carapax* (L - R) y las hembras (N° IRF 152 y FM N° 195), miden 303.0 mm y 310.0 mm respectivamente.

#### Coloración.

##### Juveniles.

#### Cabeza

Todos los juveniles hasta 14 cm aproximadamente, presentan unas cinco o siete manchas o zonas amarillas claras en la cabeza, las cuales varían ontogénicamente respecto a su extensión y color. En ejemplares pequeños (*Carapax* de 37.0 a 60.0 mm) el frontal hasta los bordes posteriores de las órbitas es anteriormente amarillo claro intenso y hacia su extremo posterior amarillento carmelito. (Fig. N° 9).

El sector de las parietales que bordea las maxilares, las postmandibulares, la parte superior del tímpano, las suboculares y su unión con las masetéricas, es igualmente amarillo claro intenso.

Todas las suturas entre las láminas de la cabeza son negruzcas. En los ejemplares de tamaño mayor (*Carapax*: 120.0 mm aprox.) las manchas ya han perdido intensidad en color y extensión; solamente la mancha en el extremo anterior de la frontal retiene su color original.

#### Color ojos.

##### Iris.

En individuos juveniles se observó: Un anillo muy fino que rodea la pupila, conspicuo, *Light turtle green*; (JUV.). Un anillo ancho, difuso, *Dark cress green*, que en la periferia pasa a *Olive* (JUV.), lo que ya indica un dimorfismo sexual. El *Carapax* es pardo oliváceo y su borde es amarillo oscuro.

El *Plastron* es gris claro con numerosas zonas negruzcas en los juveniles pequeños; en los de tamaño mayor estas zonas se conservan a lo largo de las suturas; sin embargo, en varios adultos (IRF N° 95, *Carapax*: 143.0 mm) se encuentran todavía estas zonas oscuras bien prominentes.

Las partes blandas del cuerpo son todas dorsalmente grises oscuras; ventralmente grises claras y sus sectores distales a la concha grises amarillentos. Las membranas natatorias de ambos pares de extremidades son algo rosadas; las aristas de la cola y las situadas en las extremidades son amarillas.

#### Coloración.

##### Machos

Los machos retienen como carácter juvenil una pequeña mancha amarilla en el extremo anterior de la escotadura frontal, postnasal. Las escamas restantes de la cabeza son todas pardo cuerno, pero más claras lateral y ventralmente. (Foto N° 7).

#### Ojos. Iris.

*Macho adulto*: (Long. *Carapax*: 158.1 mm). Iris similar en colorido a la hembra adulta, pero el anillo que rodea la pupila (de color *Deep Greenish Glaucaous*) es más ancho que en la hembra adulta y en los juveniles.

##### Hembras

Las hembras carecen totalmente de las zonas amarillas, las escamas son pardas y hasta de color ferrugíneo en contraste con los machos. En muchos ejemplares las escamas y aristas en ambos pares de extremidades son amarillas rojizas.

#### Ojos. Iris.

*Hembra adulta*: (Long. *Carapax*: 197.0 mm). Iris con un anillo interno muy fino, que rodea la pupila, *Deep Greenish Glaucaous*; otro externo, *Russian Green*, moteado diminuta y difusamente con *Dark Green Olive*; periféricamente *Dark Green Olive*.

En el caso de la terecay (*Podocnemis unifilis* Troschel), el dimorfismo sexual, con relación al color de los ojos, es aún más marcado (*Medem*, p. 366): "Los machos tienen en las partes dorsal y laterales varias manchas grandes amarillentas, y sus ojos son de color verduzco o verde oscuro. La hembra tiene la cabeza carmelita clara o de color de herrumbre y sus ojos son negros. Ejemplares jóvenes, recién nacidos y los pequeños hasta un tamaño de unos 10 cm de longitud de la concha, muestran una cantidad muy variable de manchas amarillas brillantes en la cabeza, y sus ojos son verdes claros".

#### ECOLOGIA

#### Habitat (Ambiente preferido).

Consiste en lagunas y caños dentro de las sabanas extensas de los Llanos Orientales. En general no se encuentra en los ríos grandes, sino evidente-

mente prefiere las aguas mansas. Las lagunas tienen un fondo fangoso o arcilloso con agua más bien turbia ocrácea, al igual de los charcos en los caños, y una vegetación acuática bastante escasa; varias de ellas son permanentes; otras, sin embargo, se secan totalmente durante el verano.

Respecto a los caños, los más cercanos a la Cordillera Oriental tienen un lecho pedregoso, aguas claras, y una corriente suave durante el verano; en cambio durante el invierno sus aguas son turbias y la corriente mayor. En contraste, los caños y riachuelos del Vichada tienen un lecho fangoso. En las orillas de todas estas aguas se encuentra una vegetación acuática en mayor o menor grado. Además, *P. vogli* fue observada durante el verano en varios ríos; por ejemplo, en el Ocoa, Manacacías, Guamal y Alto Guayabero.

### Descripción Ecológica de Localidades

(Fechas de captura)

Se indican a continuación las localidades colombianas de las cuales proviene información incluida en el presente estudio. Un asterisco denota material examinado; dos asteriscos denotan localidades visitadas por el autor.

1. *Represa de Pavitos* \*\*, Peralonso, Municipio de Villavicencio, Departamento del Meta.

Pequeño embalse permanente del caño Peralonso, hecho como bebedero para ganado, situado cerca y al norte de la carretera Villavicencio-Puerto López. Presenta fluctuaciones estacionales en el nivel del agua. Se halla a unos 300 mts. del cauce del caño, circundado por pastizales secundarios pero en las inmediaciones se hallan remanentes de bosque húmedo anegadizo con "Moriche" (*Mauritia flexuosa*). La única tortuga observada fue *Podocnemis vogli*; además se hallaron "Cachirres" (*Caiman sclerops* subsp.), y algunos "Dormilones" (*Hoplias malabaricus*): 8 ejemplares, enero 20, 1967, coleccionados por C. A. Velásquez y el autor.

2. *Laguna de Pavitos* \*\*, Peralonso, Municipio de Villavicencio, Departamento del Meta.

Pequeña laguna permanente de unos 100 mts de longitud, con pronunciadas fluctuaciones estacionales de nivel y una profundidad máxima de unos 2 mts cerca a la orilla derecha del caño Peralonso, circundada por una reja estrecha de "morichal" (consocietas de *Mauritia flexuosa*) rodeado de potreros y sin conexión fluvial con el caño Peralonso. Agua turbia ocrácea (con arcilla en suspensión). Escasa vegetación acuática (*Nymphaeaceae*). La única especie observada fue *P. vogli* y no se hallaron "Cachirres" ni se obtuvieron peces en las redadas ejecutadas (hacia las 3 p. m.). 2 ejemplares, enero 20, 1967; C. A. Velásquez y el autor. Además huevos coleccionados en enero 13, 1967, a 100 mts de la laguna; Pedro Velásquez y el autor.

3. *Charca, Hacienda Pavitos* \*\*, Peralonso Municipio de Villavicencio, Departamento del Meta.

Pequeña charca temporal de unos 4 mts de diámetro, próxima a la carretera Villavicencio-Puerto López; junto a la casa de la hacienda, formada en potrero y desprovista de vegetación acuática. Agua turbia ocrácea (con arcilla en suspensión). Única especie observada *P. vogli*. 2 ejemplares muy jóvenes, enero 19, 1967; C. A. Velásquez y el autor.

4. *Laguna de Llano Grande* \*\*, Peralonso, Municipio de Villavicencio, Departamento del Meta.

Pequeña laguna situada al S. E. del sitio de Peralonso, aislada en potreros, parcialmente rodeada de selva pantanosa de bajo porte y "Morichales", con escasa vegetación acuática, agua turbia ocrácea (con arcilla en suspensión), con abundancia de aves acuáticas; solamente se halló *Podocnemis vogli*, además *Caiman sclerops*, *Hoplias malabaricus* y otras especies de *Cichlidae* no identificadas. 69 ejemplares, enero 21, 1967; P. Velásquez. 70 ejemplares, enero 29, 1967; los mismos colectores.

5. *Caño Peralonso* \*\*, Peralonso, Municipio de Villavicencio, Departamento del Meta. Riachuelo de 5 - 7 mts de anchura, con lecho pedregoso, bordeado de bosques de galería (destruidos parcialmente), con orillas abarrancadas en el sector visitado, agua poco turbia. Un ejemplar de *Paleosuchus palpebrosus*, fue coleccionado en el mismo lugar. Un ejemplar, febrero 16, 1967; C. A. Velásquez, P. Velásquez y el autor.

6. *Caño Quenane* \*, cerca de Peralonso, Municipio de Villavicencio, Departamento del Meta. Huevos, diciembre 30, 1960; C. A. Velásquez.

7. *Laguna de Umacita* \*, Meta, entre Rionegro y Puerto López. Huevos, enero 8, 1960; C. A. Velásquez.

8. *Laguna de Umacita* \*, Meta. Un ejemplar correspondiente al N° 17 ICN, octubre, 1945.

9. *Alrededores de Puerto López* \*\*, Río Meta, Departamento del Meta. 6 ejemplares donados por don Luis Gryzewski, recibidos marzo 3, 1967.

10. *Alto Meta* \*, región de Puerto López (Meta); junio 29 de 1964. Ejemplar correspondiente al N° 54; Matilde de Velásquez.

11. *15 Km al W de Puerto López* \*\*, Municipio de Puerto López, Departamento del Meta. Un ejemplar coleccionado en la carretera Villavicencio-Puerto López, en un sector con charcas temporales próximas a la carretera, en área de mata de monte húmeda, parcialmente destruida. Un ejemplar, noviembre 24, 1967; F. Medem, C. A. Velásquez, Alonso Rivera y el autor.

12. *Laguna en la Hacienda Guacamaya* \*, Río Manacacías, Municipio de Puerto Gaitán, Departamento del Meta. Huevos, enero 7, 1961; F. Medem.

13. *Laguna de Caviona* \*\*, margen derecha del río Meta (al SW de Orocué), Departamento del Meta.

Pequeña laguna permanente en el hato de Caviona, aislada por sabanas, rodeada por "mori-chal" residual, situada en la terraza de sabanas a corta distancia del declive (cubierto de bosque) de la orilla del río Meta; sin conexión fluvial y sometida a grandes fluctuaciones estacionales de nivel, con agua poco turbia y abundante vegetación acuática. Noviembre 23, 1967.

Nido en sitio inundable, a 19 mts del borde de la laguna; F. Medem, C. A. Velásquez y el autor.

14. *Hacienda El Piñal* \*\*, margen derecha del río Meta al (WSW de Orocué), Municipio de San Pedro de Arimena, Departamento del Meta.

Sabanas con declive pronunciado y matorrales esparcidos en la terraza alta, no inundables, a unos 300 mts del bosque de galería del Caño El Piñal, suelo arcilloso. 2 ejemplares, a 800 mts del caño, y nidos observados; noviembre 21-23, 1967; F. Medem y el autor. Además dos huevos; diciembre 12, 1967, coleccionados en la misma hacienda por Alberto Garzón.

15. *Hacienda de Chaparral* \*\*, Comisaría del Vichada.

Hacienda situada al Occidente de Puerto Carreño a unos 30 Kms por carretable (1/2 hora), área de sabanas (gran parte de las cuales es inundable) con bosques de galería situada entre la margen derecha del río Meta y a la margen izquierda de un pequeño caño, cerca a la laguna de Chaparral. Se hicieron observaciones de nidos en un lugar de sabana no inundable, con escasos arbolitos de "chaparro" (*Curatella americana*), a unos 300 mts del bosque de galería del caño Chaparral, en suelo aluvial liviano, sin microrrelieve. Diciembre 24, 1967.

16. *Río Apure* \*, Venezuela, comprado en Cúcuta (Norte de Santander); Diciembre 20, 1964. Ejemplar correspondiente al N° 51 J. J. Domínguez.

17. *San José del Guaviare* \*, (Vaupés); junio 26, 1964. Ejemplar correspondiente al N° 53; Matilde de Velásquez.

18. *Alto Guayabero* \*, alrededor del Campamento Central, ICN., hallada dentro de unos treinta individuos de *P. unifilis* que estaban asoleándose en las lajas, arriba de El Refugio (actualmente La Macarena), un solo ejemplar; marzo 8, 1959; Alberto Cepeda.

*Alimentación*: Consiste principalmente en materia vegetal; contenidos estomacales de ejemplares recién coleccionados mostraron una variedad de plantas acuáticas, partes de tallos, hojas y semillas; además, élitros de insectos indeterminados. En cautividad se alimentan de carne cruda de res, pulmón de res, pescado, plátanos, papayas, mafafa (*Colocacia antiquorum* Schott) y chon-

que (*Xanthosoma violaceum* Schott) y hasta alimento concentrado para perros marca "Ringo" en grandes cantidades.

*Parásitos*: Como Endoparásitos se encontraron Tremátodos y Nemátodos, tanto en el estómago como en el intestino de adultos y juveniles.

Uno de los Tremátodos de color carne cruda midió 12.5 mm; respecto a su configuración se asemeja más a un Nemátodo. Evidentemente nuevo para la ciencia, no ha podido ser clasificado hasta la fecha. Los demás Tremátodos hallados en el estómago e intestino, de menor tamaño y de color rosado, fueron identificados como *Nematophila* sp. (*Paramphistomidae*), ya registrados de Venezuela y Brasil, pero desconocidos en Colombia.

Con relación a los Nemátodos, se hallaron ejemplares de ambos sexos de *Ancyracanthus*, probablemente *A. pinnatifidus* Diesing, 1839. Este género es monotípico y había sido registrado anteriormente para *Testudinata* de Suramérica.

La clasificación de los Endoparásitos fue efectuada por el doctor J. J. C. Bukley, LSHTM, en Londres, por intermedio del doctor Hans C. Markkelle, parasitólogo de la Universidad de Los Andes de Bogotá.

Respecto a los Ectoparásitos, se encontraron "sanguijuelas" escasamente en las extremidades posteriores y alrededor y dentro de la cloaca de adultos y juveniles. Fueron identificados como *Piscicolidae* (*Ichthyodellidae*), (*Hirudinea*), posiblemente muy cercano al género *Ozobranchus* Quatrefages, 1852.

El doctor *Fernando Mañe Garzón*, del Museo de Historia Natural de Montevideo, Uruguay, quien los identificó, nos ha manifestado "ser este un hallazgo totalmente original e inesperado. Se comprende que también en las zonas de la piel de la tortuga parasitada, así como los rebordes del caparazón se hallan huevos encapsulados y fijos. ¿No había Hirudíneos de mayor tamaño? Pues la única duda que tengo con respecto a los vermes que he examinado es si son formas juveniles de adultos de mayor tamaño".

Más tarde dos ejemplares de *Hirudinae* de tamaño mayor fueron encontrados cerca de la cloaca de una hembra adulta y enviados al doctor *Garzón*; falta todavía su identificación.

*Fiasson* (1945, p. 36) encontró larvas de una garrapata, *Amblyomma cayennense* Fabricius, 1794, (*Ixodidae*) en *Podocnemis vogli*.

## REPRODUCCION

*Epoca de anidación o desove*: La época de desove fluctúa entre fines de octubre, noviembre, diciembre y principios de enero, con pequeñas variaciones regionales y en correlación con los períodos de lluvia.

La postura está influida por los cambios de luna (afirmación de habitantes de varias regiones),

ya que la postura en gran escala comienza con la luna menguante y su aparición en los meses de noviembre y diciembre.

*Sitios de postura:* Por lo general el animal sale a poner bastante lejos de la laguna o caño en que habite; diferentes datos recogidos durante cerca de dos años indican distancias hasta de un kilómetro del agua. En noviembre 17, 1967, 5:30 - 6:00 p. m., en las cercanías de la Hacienda El Piñal (Meta - Vichada), se encontraron dos hembras a distancia de 900 mts del caño. Según los datos obtenidos en Caviona (p. 55), la Sabanera necesita aproximadamente una hora para recorrer dicha distancia. Siempre escoge tierras que sean más altas que los niveles de agua, al parecer con el fin de evitar que se pudran los huevos debido a la alta humedad que conllevan las inundaciones de invierno, y, además, el aprovechamiento del calor solar para la incubación de los huevos, pues escoge sitios donde hay prácticamente total exposición a los rayos solares.

*Anidación: Forma de efectuar el nido, duración, forma y dimensiones de los nidos, su localización.*

La hembra para la postura humedece previamente el suelo con agua que lleva almacenada en abundancia y expele por la cloaca; a continuación comienza una excavación con las extremidades posteriores; después del desove las hembras tapan con la misma tierra que anteriormente habían excavado y amontonado, utilizando entonces los miembros posteriores y la parte posterior del *Plastron*. (Fotos Nos. 5 y 6).

El tiempo gastado durante toda la operación, se afirma que sea de unos 20 a 30 minutos aproximadamente (informes de don Julio Blanco, de Puerto Carreño - Vichada).

Los *nidos* tienen la forma de una vasija de unos 10 cm de profundidad y cuyo diámetro en el fondo es siempre mayor que en la entrada (Fig. N° 12); según las dimensiones de 10 nidos, la diferencia entre los dos diámetros se puede promediar en 30.0 mm. Se adjuntan medidas correspondientes a la profundidad, ancho en el fondo, diámetro de la entrada y profundidad de los primeros huevos. Se anotan también temperaturas correspondientes a medio ambiente, a ras de suelo, dentro del nido a nivel primeros huevos y en el fondo (Tab. N° 8). En general se notó que la temperatura dentro de los nidos está más baja durante el día que la temperatura a ras del suelo y medio ambiente.

Para localizar nidos se procedió a encontrar: a) Los rastros dejados en el suelo, mejor aún, en el tapón del nido, por las garras de las hembras al taparlo; b) Los pequeños resquebrajamientos que aparecen en los tapones de tierra que cubren los nidos, provocados por la acción del sol sobre la tierra húmeda, con posterioridad a la postura; c) El método indirecto de guiarse por la presencia de las aves llamadas "Carracos" (*Polyborus plan-cus*).

*Nidos artificiales:* Los huevos encontrados en los nidos, así como también los huevos puestos por las hembras en cautividad (IRF), fueron colocados en nidos hechos artificialmente; cajas de madera o de metal (Aluminio) fueron utilizadas con rellenos de tierra arcillosa o también arena limosa; luego de rellenar la caja, se efectuaba a mano un hueco semejante en características y dimensiones al hueco de un nido natural; después se colocaban los huevos con algo de tierra entre cada uno, y por último, se tapaba el hueco dejando no menos de 5 cm de tierra sobre los huevos y hasta el nivel. Unos nidos se dejaron a la intemperie y otros en el laboratorio con luz natural y artificial; de los primeros nidos a la intemperie, regados con agua durante el verano, no hubo resultados, ya que los huevos se pudrieron, evidentemente por exceso de humedad (lluvias abundantes durante ese año).

A continuación se anotan varios resultados de la investigación en diferentes fechas:

*Seis huevos colocados en diciembre 11, 1967, investigados en abril 8, 1968:* Se encontró uno no fertilizado; otro contenía un embrión poco desarrollado.

*Seis huevos colocados en diciembre 15, 1967, observados en abril 22, 1968:* Dos huevos con embriones muertos, bien desarrollados; no nacieron evidentemente por demasiada humedad. Peso de los embriones: 1° 13 gr 250 mg; 2° 13 gr 550 mg.

*Ocho huevos colocados en diciembre 11, 1967, investigados en abril 8, 1968:* Un feto poco desarrollado dentro de la cáscara del huevo; otro huevo no fertilizado, *restantes* 6.

*Nido natural:* de Hacienda "Caviona", con ocho huevos, trasladado a Villavicencio a una caja de madera y colocados en el (IRF) a la intemperie, noviembre 22 - 23, 1967. Se tapó durante días demasiado lluviosos: siete nacen en abril 30, 1968, 3:00 p. m., hasta mayo 1°, 1968, todos mueren; un feto de estos murió en el huevo: Peso: 12 grs 750 mg. El octavo fue puesto en agua en mayo 6, 1968, y murió el día 8 del mismo mes. Presentaba claramente un *OVIRUPTOR*. (Ver Fig. N° 11).

*Sus medidas:*

Carapax: 37.0 mm	ancho: 31.0 mm
Plastron: 33.0 mm	altura: 17.0 mm
SMV: 32.0 mm	Peso: 11 grs. 600 mg.

*Huevos puestos directamente en tierra en diciembre 8, 1967, investigados en abril 30, 1968:* Nace un solo ejemplar con un saco vitelino muy protuberante; muere en mayo 3, 1968. Los otros huevos podridos.

*Medidas del nacido:*

Carapax: 37.0 mm	ancho: 27.5 mm
Plastron: 33.5 mm	altura: 11.0 mm

Peso (con saco vitelino muy protuberante)

Abril 30: 12 grs.

Peso (saco reducido)  
Mayo 3: 10 gr. 700 mg.

*Huevos: Cantidad, forma, tamaño:*

Al destapar un nido, los primeros huevos se encuentran sólo a unos 6 cms por debajo del nivel del suelo. El número de huevos encontrados en los nidos observados oscila entre siete (7) y trece (13), aunque diversas afirmaciones indican que puede encontrarse hasta veinte (20) huevos en un solo nido; aparentemente el promedio es de ocho (8) o diez (10) huevos por nido.

La forma de los huevos es elipsoide, bastante uniforme, pero respecto a su configuración se pueden presentar pequeñas diferencias: son más largos que anchos y algunos son más anchos, menos elípticos que otros. De todos modos su variación en cuanto a forma y tamaño es mínima. (Fig. N° 11).

Sus medidas van desde 37.4 mm hasta 48.0 mm en longitud; en cuanto a anchura va de 21.0 mm a 28.5 mm; su peso comprende desde 8 hasta 20 grs. Su color es blanco, o medianamente crema, y tienen una cáscara fuerte, calcárea. (Ver Tab. N° 10, fotos). (Figs. Nos. 11 y 12).

*Número de posturas:*

Partiendo de las observaciones y datos obtenidos a lo largo del estudio, concluimos que el número de posturas sea de dos por año, por las razones siguientes:

a) Hembras que después de capturadas efectuaron un segundo desove, luego de ser confirmado el hecho de un primer desove (*Plastron bien enlodado*, en el momento de la captura).

b) Hembras que durante su cautividad realizaron dos posturas.

c) Ejemplar que durante su cautividad efectuó una postura, y luego por su deceso fue abierto hallándose en el oviducto un huevo formado y óvulos bien desarrollados en los ovarios, lo que indica una segunda postura.

d) Afirmaciones de personas nativas de los Llanos.

*Ejemplares correspondientes:*

a) N° 195 capturada en las cercanías de la Hacienda "El Piñal" (ICA), región de los límites entre el Meta y Vichada; noviembre 21, 1967, 5:30 p. m.; extremo posterior del *Plastron* bien enlodado y también extremo posterior del *Cara-pax* (*Supracaudales*).

b) N° 193, capturada el 17 de noviembre de 1967, al sur de San Pedro de Arimena. *Puso dos veces*: a fines de noviembre y a fines de diciembre del mismo año, en el corral donde se encontraba cautiva, sin enterrar los huevos.

c) Ejemplar capturado en la carretera Puerto López-Villavicencio, cercanías Puerto López, en noviembre 24, 1967; durante su cautividad colocó 7 huevos, después murió y fue disecada, encontrándose: Un huevo completamente formado en el oviducto; además, 13 óvulos de diámetros muy cercanos a un huevo ya formado, en los ovarios, que tenían los siguientes anchos respectivamente:

1º) 225 mm	6º) 242 mm	11º) 275 mm
2º) 297 mm	7º) 275 mm	12º) 250 mm
3º) 260 mm	8º) 280 mm	13º) 269 mm
4º) 280 mm	9º) 281 mm	
5º) 260 mm	10º) 260 mm	

Lo que indica un total de ocho (8) huevos para la primera postura, y trece (13) para la segunda.

d) *Datos complementarios*, de nativos de las regiones visitadas por el autor: *Doña Yolanda de Rojas* de la Hacienda Portugal afirma de la existencia de 2 posturas durante las respectivas menguantes de noviembre y diciembre: "He encontrado nidos hasta con 12 huevos de la 'Sabanera' durante las menguantes de noviembre y diciembre, época de mayor postura, y también varias veces encontré en febrero hembras con huevos, por haber sido el año anterior (1956) el invierno muy largo".

El señor *González*, Hacienda "La Portuguesa", llanero de tiempo completo, también afirma que las "Sabaneras" ponen de noviembre a diciembre y que la postura se efectúa 2 veces; afirma que las hembras prefieren salir a poner en días más bien nublados, de poco sol y de las 4:30 a las 5:00 p. m.

*Don Torcuato Rodríguez* quien lleva de vivir en el llano casi 60 años, afirma que algunas ponen 2 veces y que la cuantía es de 10 a 12 huevos; que salen a poner bien lejos del agua (300 o más mts), y nunca, según propias palabras, en zonas bajas, sino en altas. La época abarca desde el 20 de octubre, cuando empieza tal cual a salir, hasta comienzos de enero.

*Mondolfi* (1955, pgs. 178-179) indica, según informes, como épocas de anidación los meses de noviembre, diciembre y enero; los jóvenes comienzan a salir en mayo. Habla de *dos posturas*: "Una hembra capturada y sacrificada el 5 de enero, notamos que estaba pronta a desovar, conteniendo en sus oviductos 14 huevos con cáscara dura, y 14 yemas (sic!) *correspondientes a una segunda postura*. Otra hembra capturada en las primeras horas de la noche del 6 de enero, en el momento de comenzar a desovar, fue sacrificada el día siguiente en la mañana y le encontramos 9 huevos con cáscara dura en un oviducto y 8 en iguales condiciones en el otro, o sea un total de 17 huevos".

Alude también a la profundidad en que los huevos son depositados, de 8 cm a 11 cm; indica como sitios de desove los "Bancos de Sabana"; menciona forma y medida de dos huevos: "sec. long. *Elipsoidal*, sec. trasv. *circular*. 42 mm x 27 mm y 41 mm x 30 mm respectivamente".

## Enemigos naturales

Entre los enemigos naturales que causan estragos a las diferentes poblaciones de *Podocnemis vogli*, se destaca principalmente un ave rapaz cuyo nombre vernáculo es el de "Carraco" o "Caricari", (*Polyborus plancus cheriway*), la cual siempre está atenta durante las épocas de desove para observar desde los árboles dónde efectúan las hembras de *Podocnemis vogli* sus posturas, para luego acercarse hasta los nidos, destaparlos y consumir los huevos. Durante más de dos horas se pudo observar cada uno de los movimientos que llevan a cabo los "Carracos" para lograr su objetivo: Luego de una minuciosa vigilancia, estos animales se acercan a las zonas aledañas donde han visto que la tortuga ha desovado y comienzan a caminar como a pequeños saltos y circundando el sitio hasta detectar con sus patas el nido recién elaborado; apenas descubierto el nido, el "Carraco" parte con su pico en dos cada huevo y se alimenta del contenido totalmente, dejando las cáscaras vacías.

Los "Caripiaris" (*Tupinambis nigropunctatus* y *T. teguixin*, *Teiidae*) que alcanzan un tamaño de 950.0 mm, también excavan los nidos para alimentarse del contenido, sin devorar las cáscaras.

Mondolfi (1955, p. 179) menciona como enemigos naturales también a *Dusicyon* (sic) (correctamente: *Urocyon thous* (Zorros); *Milvago chimachima* (Aves, "Caricares"); *Ibicter ater* y *Polyborus cheriway* (Aves).

### Comportamiento y costumbres.

*Podocnemis vogli*: Es estrictamente diurna; se asolea por la mañana y por la tarde (3:00 p. m. - 5:00 p. m. aproximadamente), tanto en las orillas de las lagunas y caños como flotando en la superficie de las aguas. De noche duerme o en el fondo o encima de la vegetación acuática y palizadas cerca de la orilla.

Nada con rapidez e igualmente camina en tierra y abarca distancias considerables, especialmente durante la época de anidación.

Según observaciones hechas en la Hacienda Caviña, en noviembre 23, 1967, (10:00 a. m., sol fuerte, brisa) una hembra adulta caminó en una sabana cubierta con pasto de unos 30 cm de alto, 108 mts en 6 minutos. Primero corrió 28.20 m en un minuto, luego reposó; nuevamente 32.90 m en 1:35 minutos, reposó, y después 46.90 m en 3:50 minutos. Por último, caminó más lentamente por la sabana, reposando varias veces, y al cubrir los 108 mts, no siguió más sino se escondió dentro de un tupido pastizal, donde permaneció inmóvil. Se puede promediar su *velocidad* en 0.25 m/seg., teniendo en cuenta otros datos. Repetidas veces paró y levantó la cabeza, observando el terreno en varias direcciones; no caminaba en línea recta hacia un caño situado a unos 500 m de distancia, sino paralelo a éste. Sin embargo en otra ocasión durante el mismo día corrió con igual rapidez en

terreno limpio y en terreno con pastizales o hierba no muy tupida. Aparentemente se guió por la posición del sol y caminó en línea más o menos recta hacia el caño.

Durante varias ocasiones se observó que todas las hembras adultas se mimetizaban por completo en un ambiente de sabana limpia, pero no quemada, y eran virtualmente invisibles a distancia de unos 20 mts. Este mimetismo se debe, evidentemente, al color del Carapax: Los grises oscuros se parecen al colorido de la tierra o de los nidos de comejenes (termites); otros son de color ferrugíneo, por eso se confunden fácilmente con pedazos de barro amarillo rojizo, abundante en estas sabanas, o con nidos de hormigas.

Durante la época del verano, cuando muchas lagunas y caños se secan totalmente, pasan por un período de *Estivación*, es decir, permanecen inmóviles o enterrados o dentro de cuevas de otros animales. El señor *Efraim Rodríguez*, administrador de la finca "El Meroy" (Vichada), Municipio de Puerto Carreño, nos manifestó haber observado que la "Sabanera" convive con las "Babillas" (*Caiman sclerops*) en cuevas hechas en barrancos. Igualmente el ingeniero-agrónomo *Alberto Garzón*, afirmó haber cogido "Galápagas" y "Babillas", ambas de las mismas cuevas en Paz de Ariporo (Boyacá - Llanos del Casanare), en marzo de 1967.

Ejemplares mantenidos en cautividad en tanques grandes en el Instituto "Roberto Franco" en Villavicencio (Meta), pasan la mayor parte del día asoleándose en los bordes de cemento, y permanecen sumergidos en el agua durante la noche, con pocas excepciones. Son muy voraces y agresivos tanto entre sí como con otras tortugas (*Pseudemys scripta callirostris*, *Podocnemis unifilis*, *Podocnemis lewyana*) y aún con "Cachirres" (*Palearosuchus palpebrosus*, *Caiman sclerops*), especialmente cuando se les alimenta.

### DISTRIBUCION GEOGRAFICA

Los territorios de Arauca, parte de Boyacá, Casanare, Meta y Vichada ("Llanos Orientales"), hasta la región del río Guayabero (Guaviare), que son el límite de distribución en la parte sur, comprenden las zonas de distribución geográfica de *Podocnemis vogli* en Colombia. Ha sido también descrita de los Llanos Venezolanos, regiones de *Barinas: terra typica*; Apure.

A continuación se da una lista de las regiones de Colombia de donde se ha obtenido u observado y que comprenden, en ocasiones, límites de distribución:

META (de Norte a Sur):

Cumaral.  
Villavicencio.  
La Libertad.  
Peralonso.  
San Antonio.

Puerto López.  
Río Manacacías (Caños).  
Orocué.  
El Porvenir.  
El Piñal.  
Caviona.  
Carigen.

**META (de Oriente a Occidente):**

Pueblo La Macarena (El Refugio): Campamento Central.  
ICN, 1959.  
Acacias.  
San Juan de Arama: Laguna de Marcela, Laguna del Diablo.

**VICHADA:**

Finca El Meroy (Puerto Carreño).  
Finca Chaparral (Puerto Carreño).

**VAUPES:**

San José del Guaviare: Laguna La María.

**LOS LLANOS DE VENEZUELA**

Estado de Barinas (*Barinas, localidad típica*);  
Estado de Apure: Río Apure, Puerto Páez, Guasdalito, San Fernando de Apure, Río Arauca.

**RESUMEN**

*Podocnemis vogli* se encuentra en Colombia, en los Llanos Orientales (Arauca, Casanare, Meta y Vichada), hasta el río Guayabero-Guaviare y en los Llanos de Venezuela (Barinas, Apure).

El presente estudio se hizo en base de 164 ejemplares (71 machos, 57 hembras y 36 juveniles). Este total bastante apreciable permitió efectuar estudios bio-estadísticos en detalle; éstos serán publicados próximamente.

El dimorfismo sexual es bastante acentuado, muy visible en ejemplares adultos. Los machos retienen como carácter juvenil una pequeña mancha amarilla en el extremo anterior de la escotadura frontal, tocante con la nariz. Las escamas de la cabeza, son todas carmelitas cuerno, más claras lateral y ventralmente. Los ojos con iris similar a la hembra adulta, pero el anillo que rodea la pupila (*de color Deep Greenish Glauous*) es más ancho que en la hembra adulta y en los juveniles. La longitud de la cola es hasta dos veces mayor que en las hembras.

Las hembras carecen totalmente de las zonas amarillas; las escamas de la cabeza son pardas y hasta de color de herrumbre en contraste con los machos. Los ojos presentan el iris con un anillo interno muy fino, que rodea la pupila, *Deep Greenish Glauous*; otro externo *Russian Green*, moteado diminuta y difusamente con *Dark Green*

*Olive*; periféricamente *Dark Green Olive*. La escotadura anal es más amplia que en los machos.

Las hembras son mayores en tamaño que los machos; las hembras más grandes miden 303.0 mm y 310.0 mm (Nos. IRF 152 y FM 195 respect.) y los machos miden 214.0 mm y 224.0 mm (Nos. IRF 10 y 154 respect.) de longitud del *Carapax* (L - R).

Todos los juveniles hasta 140.0 mm aproximadamente, presentan unas cinco a siete manchas o zonas amarillas claras en la cabeza, que a mayor tamaño van perdiendo intensidad en color y extensión.

Con relación al laminado individual, hay una variación notable en las suturas de unión; en las escamas de la cabeza, las extremidades anteriores y las aristas, también hay variación individual.

En las extremidades posteriores el número de escamas es de tres, siendo siempre constante. Estas escamas son grandes, de color negro brillante, prominentes, situadas en el borde externo del pie. También se presentan en forma constante un par de bárbulas en la zona anterior y ventral de la escotadura mandibular.

El habitat principal de *P. vogli* lo constituyen las lagunas y caños de las extensas sabanas de los Llanos Orientales. Evidentemente prefieren aguas mansas.

La época de anidación está influenciada por los ritmos de lluvia y por los cambios de luna; ocurre durante los finales del mes de octubre, noviembre, diciembre y principios de enero. Hay una doble postura. Prefieren desovar en regiones altas y destapadas donde hay gran exposición a los rayos solares. Los nidos son de forma de vasija; con la parte de entrada más angosta que en el fondo. Sus medidas principales son por lo general: *Ancho en la entrada*: 50.0 mm; *ancho en el fondo*: 100.0 mm; *profundidad*: 110.0 mm.

Los huevos son elípticos en su sección longitudinal y circulares en su sección transversal, blancos y de cáscara dura; una longitud que varía desde 37.0 mm hasta 48.0 mm; el ancho entre 21.0 mm y 28.5 mm; y un peso desde 8 gr hasta 20 gr. Su cantidad varía de 7 a 15 y a veces 17 huevos por cada uno. Los jóvenes nacen en los finales de abril y mayo.

Su alimentación consiste principalmente en materia vegetal: brotes jóvenes de tallos, hojas, semillas. En su cautividad se alimentan de las hojas y tallo de una Aracea (*Colocacia antiquorum* Schott), pescado y hasta alimento concentrado para perros.

Los parásitos hallados fueron:

En la cola, los siguientes *Ectoparásitos*: *Hirudinea*, *Piscicolidae* (*Ichthyphdellidae*) y posiblemente muy cercanos al género *Ozobranchus* Quatrefages, 1852.

Los *Endoparásitos* encontrados fueron: Tremátodos y Nemátodos; los Tremátodos del estómago e *intestino* como *Nematophila* sp. (*Paramphistomidae*), desconocido en Colombia. Con relación a

los Nemátodos se hallaron ejemplares de ambos sexos del género *Ancyracanthus*, posiblemente *A. pinnatifidus*, Diesing 1839.

Los principales Enemigos Naturales lo constituyen los "Carracos" o "Caricares" (*Polyborus plancus cheriway*), ave grande que devora el contenido de los huevos de la "Sabanera" y los "Cari-piaris" (*Tupinambis nigropunctatus*, *Tupinambis teguixin*) lagartos grandes que alcanzan hasta 950.0 mm de longitud.

Las "Sabaneras" o "galápagas" son exclusivamente diurnas; se asolean por la mañana y por la tarde (hasta 5:00 p. m. aproximadamente), tanto en las orillas de las lagunas como flotando en las superficies de las aguas. De noche duermen en el fondo o sobre vegetación acuática y empalizadas cerca de la orilla.

La velocidad con que camina se promedia en 0.25m/seg., para distancias no más largas de un kilómetro.

Por su color se mimetiza fácilmente en los pastizales gracias a que se confunde con pedazos de barro de color amarillo y con nidos de comejenes.

Durante el verano pasan por un período de estivación, es decir, permanecen inmóviles, enterradas o dentro de cuevas con otros animales, como "Babillas" (*Caimán sclerops*) o "Cachirres" (*Paleosuchus sp.*). Son muy voraces en cautividad y también agresivos con otras especies.

#### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

CARR, A.

1952. Handbook of Turtles. The Turtles of the United States, Canada and Baja California; pp. VII-XV; 1-542; figs. 1-37; pls. 1-82; tabs. 1-15; maps. 1-23. Cornell Univ. Press.

FIASSON, RAYMOND.

1945. Cinq chéloniens et deux sauriens du Haut Apure (Venezuela). Les Cahiers de L'I.F.A.L., vol. III, pp. 33-45; figs. 1-2 (sin números). México D. F.

MEDEM, FEDERICO.

1958. Informe sobre Reptiles Colombianos (II). El conocimiento actual sobre la distribución geográfica

de los *Testudinata* en Colombia. Bol. Mus. Ci. Nat. Caracas, vols. 2-3, Nos. 1-4 (1956-57), pp. 1345.

MEDEM, FEDERICO.

1964. Morphologie, Oekologie und Verbreitung der Schildkröte *Podocnemis unifilis* in Kolumbien (*Testudinata: Pelomedusidae*). Senckenberg. Biol. vol. 45, Nos. 3-5, pp. 353-368, figs. 1-16. Festschrift zum 70. Geburtstag von Prof. Dr. Robert Mertens. Frankfurt-Main.

MONDOLFI, EDGARDO.

1955. Anotaciones sobre la biología de tres Quelonios de los Llanos de Venezuela. Mem. Soc. Ci. Nat. La Salle, Caracas, vol. 15, N° 42, pp. 177-183, figs. 1-2 (sin números).

MÜLLER, LORENZ.

1935. Ueber eine neue *Podocnemis*-Art (*Podocnemis vogli*) aus Venezuela, nebs ergänzenden Bemerkungen über die systematischen Merkmale der ihr nächstverwandten Arten. Zool. Anz., (System) vol. 110, Nos. 5-6, pp. 97-109, figs. 1-3.

MÜLLER, LORENZ.

1939. Ueber die Verbreitung der Chelonier auf dem Süd-amerikanischen Kontinent. Physis (Rev. Soc. Argent. Ci. Nat.), Segunda Reunión, Mendoza, Sección Zoología (Vertebrados), vol. 16, pp. 89-102. Buenos Aires.

MÜLLER, LORENZ & WALTER HELLMICH.

1940. Mitteilungen über Kolumbianische Panzerechsen. Ibero-amerikanische Studien, vol. 13, pp. 127-153, pls. 1-3. Hamburg.

NICÉFORO MARÍA, HNO.

1952. Testudíneos del Suborden *Pleurodira* en el Museo de La Salle. Bol. Inst. La Salle, Bogotá, vol. 39, pp. 1-8, figs. 1-12.

WERMUTH, HEINZ & ROBERT MERTENS.

1961. Schildkröten. Krokodile. Brückenechsen. pp. V-XXVI, 1-422, figs. 1-271. VEB. Gustav Fischer Verlag. Jena.

WILLIAMS, ERNEST E.

1954. A Key and Description of the living species of the Genus *Podocnemis* (sensu Boulenger), (*Testudines, Pelomedusidae*). Bull. Mus. Comp. Zool., vol. 111, N° 8, pp. 279-295, figs. 1-9.

TABLA N° 1

#### MEDIDAS DE PODOCNEMIS VOGLI - MACHO

(Expresadas en mm)

N°	CARAPA X		PLASTRON		ALTURA (M)	ANCHO	PESO TOTAL
	Long (LR)	Long (C)	Long (M)	Long (SMV)	(Concha)	(Máximo)	(Gras.)
86	110	120	97	93.5	42.5	89	187.5
147	121	132	109	106.5	46	95	250
90	125	135	113	107.5	48	100	250
135	129	140	116	112	48	103	281.25
52	136.5	148	122	116	50	107	312.5
141	138	150	124	118.5	49	108	312.25
93	140	151	125.5	119	51	107	343.75
25	141	150	126.5	120	50	109	343.75
80	142	153	129	123	51	113	375

Nº	CARAPAX		PLASTRON		ALTURA (M)	ANCHO	PESO TOTAL
	Long (LR)	Long (C)	Long (M)	Long (SMV)	(Concha)	(Máximo)	(Gra.)
91	143	153	127	121	50	110	343.2
138	144	153	130	124	50	114	593.75
69	144	156	128	121.2	51.5	112.5	343.75
75	145	155	129.6	123	50	112	343.7
134	145	158	131	121	54	110	375
163	147	154	136	131.7	53.5	114	437.5
15	149	163	134.9	128	54	113	406.25
58	150	160	136	130	52	114	375
49	151	162	134.5	127.5	55	116	468.75
67	151	164	135	127	54	117	375
142	151	164	135	129	54	120	437
71	152	162	136	129	51.5	117	375
9	153	175	136	129	55	116	437
62	154	168	137.5	132	55	117	406.25
165	155	166	138	132.5	57	117.5	445
50	155	167	138.5	133	55	118	478.75
122	155	167	138	131	55	112	500
107	156	168	139	133.5	55	119.5	437.5
118	157	170	141	133	56	117	437.5
132	158	170	142	133.5	56	121	500
164	158.1	169	144	136	53.5	122.5	515.5
87	158.5	170	139.8	133	56	120	500
133	158.5	170	142	135	56	121	500
136	159	171	146	137	56	125	510
82	159	173	144.5	137	55	121	500
72	159	173	141	133	55	119	437.5
130	160	174	138.7	131	57	122	437.75
114	160	173	143	136	56	120	437.5
104	160	174	144	138	55	123	478.75
161	161.5	173	143.3	137.7	56	122.8	531.25
42	161.5	175	144	136.5	58.5	125	533.25
143	162	176	145	137	58	123	562.5
70	162.5	174	148	140	55	123	500
51	162.5	178	145	137	59	122	500
129	164	180	143	136	60	126	500
53	164.5	178	149	142	58.5	128	562.5
84	166	180	152	143	59	131	500
68	167	180	149	142	58	125	478.75
29	167	181	148	142	58	128	531.5
40	167.5	180	154	147	60	124	531.25
28	169	180	152	143	58	126	531.25
139	169	182	152	144	62	134	593
26	169	182	149	142	60	132	593.75
99	170	182	148.5	140	61	131	531
73	173	185	150	141	62	132	593.75
5	173.5	187	161	153	62	133	687.5
48	176	188	153	141.5	61	132	593.75
94	179	194	150	150	63	136	687.5
85	180	195	165	156.5	64	136	656.5
77	180	195	159	148.5	64	135	687.5
47	181	198	164.5	154	66	135	729.25
54	183	198	161	152.5	63	137.5	687.5
146	188	200	163	153	65	137	781.25
92	190	205	165	158	68	144.5	750
144	190	205	167.5	157	65	142	687
3	192	207	175	161	68	148	875
17	199.5	215	174	162	69	140	843.75
56	200	215	187	169	70	150	978.75
124	204	220	117	166	72	152	875
159	204.4	222	181.3	169	75	146	1.156.25
10	214	233	189	178	77	159	1.156
154	224	240	200	192	75	165	1.375

**TABLA N° 2**  
**MEDIDAS DE PODOCNEMIS VOGLI - HEMBRA**  
*(Expresadas en mm.)*

Nº	CARAPAX		PLASTRON		ALTURA (M)	ANCHO	PESO TOTAL
	Long (LR)	Long (C)	Long (M)	Long (SMV)	(Concha)	(Máximo)	(Grn.)
95	143	155	131	125	55	113	375.5
88	151	164	140	133	57	120	437.5
81	154	169	140	134.5	58	123	437.5
126	152	166	142	136	58	121	470.25
105	158	170	143	138	57	124	500
162	160	170	150	144.6	57	125.5	562.5
123	164	177	148	140	56	125	500
36	168	182	153	147	65	128	562
79	168	182	152	146	62	125	562.7
112	168.5	182	154	146	60	129	562.5
127	170	184	158	152	58	135	625
60	170	181	153	147.5	60	131	531.25
4	172	186	163	158	66	134	556.35
74	179	193	166.5	159	64	139.5	625
116	179.5	198.8	158	150	64	141	687.5
65	179.7	197.5	164	156.5	65	136.5	656.25
131	180	195	161.5	152.5	63	135	687
8	180	197	168	168	68	133	687.5
160	183	198	168.3	161.6	65	138	781.25
66	183	198	168	161	67	140	687.5
102	188	202	175	163	63	141.5	618.75
119	192	207	179	172	65	143	781.25
97	195	210	180	170	66	147	843.75
27	195	208	181	175	65	142.5	781.25
125	197	212	184.5	178	70	151	437.5
64	197	213	181.5	174.5	70	147	781.25
140	200	215	182	175	73	150	107.5
96	207	223	186.8	177.5	70	149	875
128	208	230	191	182	74	160	1.031
103	212	225	193	184	71	155.5	875
113	212	228	194	186	73	156	1.093.75
109	212.5	230	196	186	76	163	1.093
57	213	228	197	187	73	161	1.062.5
76	213	227	200	192	72	156	1.093.75
153	215	235	200	194.5	79	160	1.562
110	216	235	198	189	80	162	1.187.5
59	216	232	199	191	76	159	2.031.25
100	216	220	192.5	183.5	74	156	1.000
98	217	235	199	191	80	164	1.187.5
89	218.5	235	202	191	77	165	1.250
108	221	235	200	191	77	164	1.156.25
120	226	245	207	198.5	79	164	1.250
117	227	242	209.5	200	78	175	1.312.5
137	230	248	212	202	83	173	1.531
121	232	254	210	202	83	168	1.500
35	235	257	216.5	207	85	172	1.468.75
6	238	255	219	207	83	173	1.437
61	238.5	261	221	209.6	92	177	1.625
45	239	257	218.9	208	85	172	1.150
148	241	260	221	212.5	85	177	1.812.5
101	241.5	262	223	212	85	177	1.500
55	247	268	223.5	213	88	183	1.719.26
7	248	270	228	217	84	183	1.718.8
158	256.5	275.7	230	220	95	185	1.718.8
41	275	300	249	235	100	205	2.406.25
39	285	312	252	238	111	210	2.750
152	303	331	280	260	114	228	3.775
195	310		277	264	110	224.5	

**TABLA N° 3**  
**MEDIDAS DE PODOCNEMIS VOGLI - JUVENILES**  
*(Expresadas en mm)*

N°	CARAPAX		PLASTRON		ALTURA (M)	ANCHO	PESO TOTAL
	Long (LR)	Long (C)	Long (M)	Long (SMV)	(Concha)	(Máximo)	(Gr.)
1	49	57	44.5	43	23	44	23.100
157	65	70	59.5	57.5	27.5	54	47.700
2	76	82	69	66	30	63.5	67.250
150	97.5	105	89	85.5	40	80	125
46	110	118	99	96	42	87	156.25
145	113	123	103	100	45	90	250
151	114.5	123	102.5	97.5	44	90	187.5
83	115	124	102	99	44	91	187.5
78	116	125	106	102	45	91	478.75
156	117	130	109.5	106	43	99	250
106	127	136	114	109	44	100	250
155	128	137	115	111	47	98	312.5
44	129	140	114	109	47	102	250
11	132	142	116	111	47.2	99	
12	133	143	117	111.5	49.2	101.5	281.2
63	134	145	125	120	49	106.5	281.25
149	136	143	121	115	48	108	281.25
16	136	148	125	120	51.5	111	312.5
31	136	145	121	115	48	104	281.2
115	137	148	133	118	50	108	312
111	139	150	127	121	52	106	312.5
13	142	153	126.5	122	50	112.5	343.75
14	143	155	130	125	51.5	109	375
43	153	165	140	132	63	118	437.5
30	159	172	145	138	55	122	468.65
37	159	172	143	136	55.5	122	468.8
33	165	175	144	136	59	121	468.7
20	161.6	176	145	137.5	58	124	531.25
18	166	181	145	139	59	125.5	531.25
32	167.5	181	152	146	61	127	531.2
34	172.5	187	153	144	60	126	591
38	173	187	155	147	60	127	593.7
24	167	180	145	137	59.5	127	562.5
21	179	192	163	157	63.5	137	625
23	184	203	164	155		135	718.75
19	185	202	167	156.5	65	140	718.75

**TABLA N° 4**  
**LONGITUD DE LA ESCOTADURA CENTRAL**  
**ENTRE LAS PLACAS ANALES EN**  
**AMBOS SEXOS**

N°	HEMBRAS		MACHOS		N°
	Long. Carapax mm	Long. Escot. mm	Long. Escot. mm	Long. Carapax mm	
112	168.5	28.7	23.4	110.0	86
103	212.0	33.5	24.5	136.5	52
100	216.0	38.0	25.5	141.0	25
98	217.0	38.8	24.0	145.0	75
120	226.0	41.4	25.0	155.0	50
121	232.0	43.3	25.5	158.5	133
55	247.0	39.0	31.0	159.0	82
41	275.0	35.4	24.8	160.0	130
65	179.7	30.0	25.0	161.5	42
100	216.0	38.5	27.4	162.0	143
108	221.0	35.3	28.3	166.0	84
137	230.0	36.5	27.7	167.0	68
66	183.0	30.7	29.3	169.0	28
102	188.0	30.0	31.2	179.0	94
27	195.0	33.0	29.4	181.0	47
89	218.5	35.0	29.3	182.0	54

**TABLA N° 5**  
**MEDIDAS DEL LOBULO ANTERIOR**  
**DEL PLASTRON**  
*(De menor a mayor long.)*

HEMBRAS			MACHOS		
N° Ejem.	Long. mm	Ancho mm	N° Ejem.	Long. mm	Ancho mm
112	57.0	71.3	52	43.9	52.0
103	70.0	86.0	86	47.0	60.0
98	75.0	92.5	75	48.0	61.3
153	76.4	88.1	25	48.7	60.0
120	77.1	96.2	42	52.0	69.0
121	80.5	99.6	50	53.0	66.5
55	83.3	107.0	82	55.0	69.0
41	86.3	120.2	143	53.7	67.6
89	82.5	96.5	68	56.3	70.3
100	72.4	91.7	28	56.6	70.4
137	78.0	97.0	84	57.2	69.4
108	71.5	92.5	130	57.6	68.9
102	61.6	73.6	54	60.0	76.0

JUVENILES		
N° Ejem.	Long. mm	Ancho mm
106	42.3	54.0
149	44.7	57.5
24	53.1	68.6
37	56.0	67.6

NOTESE: Que la diferencia de Longitudes de las escotaduras, entre los dos sexos, es bien marcada; (Dimorfismo sexual).

TABLA N° 6

MEDIDAS DEL LOBULO POSTERIOR  
DEL PLASTRON

(De menor a mayor long.)

HEMBRAS			MACHOS		
N° Ejem.	Long. mm	Ancho mm	N° Ejem.	Long. mm	Ancho mm
81	52.0	65.0	86	38.2	45.0
126	56.0	64.0	90	43.3	50.0
36	58.0	64.5	141	48.2	55.3
112	60.0	66.5	93	50.0	57.0
131	64.7	73.0	134	51.2	57.3
160	62.2	75.0	15	52.0	57.8
125	70.3	80.6	142	52.7	62.6
103	73.5	80.0	71	54.6	62.0
76	74.8	85.0	9	58.0	61.0
100	73.4	88.0	62	55.0	63.0
98	80.0	90.0	133	55.6	64.1
120	80.0	92.0	143	58.0	65.8
117	79.0	95.0	139	61.0	71.0
137	84.0	92.5	99	59.0	69.0
121	80.5	93.0	48	63.0	68.5
61	87.5	93.9	85	65.5	68.3
148	84.5	98.0	77	64.0	71.0
55	85.5	98.0	3	71.5	82.0
7	90.0	97.0	159	72.3	76.7

JUVENILES

N° Ejem.	Long. mm	Ancho mm
151	40.0	46.5
83	39.1	46.0
106	45.0	51.0
63	46.5	55.3
115	51.0	56.4
14	50.1	60.0
30	56.5	66.0
32	56.0	64.2
38	61.0	65.0

TABLA N° 7

LONGITUDES DE LA COLA DE P. VOGLI

HEMBRAS

N° Ejem.	Precloacal	Postcloacal	Total
81	20.0	17.3	37.3
126	22.0	19.0	41.0
36	23.0	18.0	41.0
112	26.0	24.0	50.0
131	45.7	24.0	69.7
160	22.0	25.0	47.0
125	32.4	30.0	62.4
103	40.0	27.0	67.0
76	34.0	27.3	61.3
100	38.0	22.5	60.5
98	44.0	22.6	66.6
120	40.0	29.0	69.0
117	45.5	32.5	78.0
137	39.0	27.0	66.0
121	38.5	30.3	68.8
55	45.0	27.0	72.0
7	38.0	34.0	72.0

MACHOS

N° Ejem.	Precloacal	Postcloacal	Total
86	29.0	13.7	42.7
90	33.0	17.0	50.0
141	34.0	18.0	52.0
93	32.0	22.0	54.0
134	33.0	19.4	52.4
15	36.0	20.0	56.0
142	36.0	21.0	57.0
71	38.3	17.0	55.3
62	37.0	19.2	56.2
133	39.0	16.3	55.3
143	35.0	21.0	56.0
139	40.5	25.2	65.7
99	45.0	20.8	65.8
48	45.5	22.0	67.5
85	24.4	22.9	47.3
3	46.0	23.4	69.4
159	53.0	23.6	76.6
154	34.0	33.0	67.0

JUVENILES

N° Ejem.	Precloacal	Postcloacal	Total
151	27.0	13.6	40.6
83	18.7	7.8	26.5
106	30.0	14.0	44.0
63	21.0	17.0	38.0
115	20.0	16.0	36.0
14	32.0	16.1	48.1
30	38.0	22.0	60.0
32	21.6	22.0	43.6
38	45.0	22.0	67.0

TABLA N° 8

TABLA DE NIDOS

Fecha	Localidad	D1	D2	D3	D4	T. huevos
			(en cms)			
Enero 13/67 10:00 a. m.	Peralonso (Meta) a 100 mts de la laguna de Pavitos ...	12	6	12	6	13
Nov. 21/67	Hacienda El Piñal (Meta), lejos del agua a unos 200 mts. ...	11.3	8	10		4
Nov. 21/67	Hacienda El Piñal (Meta), 220 mts. ....	9.2	6	9		cáscaras
Nov. 21/67	Hacienda El Piñal (Meta), 112 pasos del agua del Dr. Meden, a 70 cms. c/u. ...	11.4	7.5	9.5		10 cáscaras aún yema
Nov. 21/67	Hacienda El Piñal (Meta), 250 mts. ...	11.0	7.0	10		8 cáscaras
Nov. 23/67	Hacienda "Caviona" pequeña laguna cerca de la finca. A 19.0 mts del agua; hay fotos ...	10.0	5.3	9.2	4.2	menor
Día claro, sol fuerte. Fecha postura, noviembre 22 de 1967.						
3:25 p. m.						
Temperaturas: Ambiente: 32° C; a ras del suelo: 34° C; dentro del nido (a nivel primeros huevos): 31° C; en el fondo: 30° C.						
Nov. 30/67	Laguna de Chaparral, Puerto Carreño (Vichada), a 180 mts del agua ...	10.0	9.5	9.5		7 cáscaras compl.
Oct. 4/67	Laguna de Chaparral, Puerto Carreño (Vichada), a 200 mts del agua ...	10.0	9.0	10		9 cáscaras compl.
Feb. 2/68	Laguna de Pintadito camino a Cunaviche, Peralonso (Meta) ...	10.5	7.5	8.2		10
11:00 a. m.						
Temperaturas: Aire: 30.5° C; a ras del suelo: 28° C; dentro del nido; casi fondo: 25° C.						

NOTA:

- D1 = Profundidad.
- D2 = Ancho de la entrada.
- D3 = Ancho en el fondo.
- D4 = Primeros huevos.

TABLA N° 9

TEMPERATURAS RECTALES TOMADAS EN JUNIO 13 DE 1967

Hembras y Machos Adultos

N° Ejem.	Grados Centígrados	Hora de Observación
139	27	
57	24	
49	24	2:50 a 3:30 p. m.
22	24	
68	24	
8	24.2	
146	24	
137	25	
89	24.3	
154	26	Temperatura Ambiente:
121	26.5	22°
152	26.5	
71	26	(Laboratorio)

TEMPERATURAS JUNIO 14 DE 1967

Adultos

N° Ejem.	Grados Centígrados	Hora de Observación
89	22	
152	22.5	
102	21.8	10:15 a. m. a 10:15
124	22	
108	22	Temperatura Ambiente:
66	22	22°

TABLA N° 10

DIMENSIONES Y PESO DE LOS HUEVOS  
DE PODOCNEMIS VOGLI

N°	Longitud mm	Ancho mm	Peso Grs. mgs.
1	42.5	26.6	9.350
2	43.1	27.1	8.900
3	41.8	26.1	14.350
4	43.0	26.5	16.000
5	43.5	26.0	16.500
6	42.2	26.2	16.300
7	42.8	26.0	16.250
8	42.0	26.0	15.450
9	41.3	26.0	8.400
10	42.5	25.8	11.300
11	43.5	26.6	17.450
12	41.8	26.0	15.800

Localidad: Caño Quenane, cerca de Peralonso, diciembre 30 de 1960.  
CAV.

N°	Longitud mm	Ancho mm	Peso Grs. mgs.
1	44.2	25.2	16.350
2	42.0	26.5	16.400
3	42.5	25.0	15.300
4	42.8	25.9	16.400
5	43.0	26.0	16.400
6	43.5	26.0	16.600
7	42.0	26.0	15.700
8	44.1	25.5	16.250
9	44.1	25.9	16.750
10	43.8	25.8	16.600
11	45.0	25.7	8.700

Localidad: Río Manacacías (Meta), Laguna de la Finca "Guacamaya".  
Enero 7 de 1961. F. M.

N°	Longitud mm	Ancho mm	Peso Grs. mgs.
1	46.0	24.9	16.200
2	44.5	24.8	15.250
3	48.0	24.0	15.950
4	44.2	24.9	15.700
5	44.2	24.9	15.700

Localidad: Laguna de Umacita (Meta). Enero 8 de 1960. CAV.

N°	Longitud mm	Ancho mm	Peso Grs. mgs.
1	43.0	25.5	17.000
2	42.8	25.6	15.650
3	42.5	25.5	15.000
4	43.0	25.9	10.850

Localidad: Laguna Umacita (Meta). Enero 6 de 1960. CAV.

Colocados en alcohol:

N°	Longitud mm	Ancho mm	Peso Grs. mgs.
1	43.0	24.7	16.000
2	43.0	24.3	15.200
3	41.7	21.0	15.500
4	40.6	26.0	16.300

Localidad: Los huevos 1 a 3 fueron recogidos en el Hato del Piñal (Meta) por A. Garzón (I. A. U. N.) el 12 de diciembre de 1966. El huevo N° 4 fue hallado por el Dr. Medem en el corral de las Sabaneras del IRF, el .. de diciembre de 1966.

Colocados en caja de metal:

N°	Longitud mm	Ancho mm	Peso Grs. mgs.
1	40.5	28.7	18.200
2	40.5	27.5	18.250
3	41.0	27.7	18.550
4	41.7	27.5	18.700
5	41.3	27.0	18.400
6	41.0	27.5	18.300

Localidad: Hallados en el primer corral de Sabaneras el día 15 de febrero de 1967, por H. A. P., a las 11:00 a. m.

N°	Longitud mm	Ancho mm	Peso Grs. mgs.
1	41.6	28.0	20.200
2	40.0	28.0	19.100
3	39.8	28.0	18.500
4	41.7	28.5	20.200
5	41.9	27.5	19.300
6	42.5	28.0	20.150
7	42.0	27.5	19.800

Localidad: Huevos hallados en la cercanía (a 100 mts) de la Laguna de Los Pavitos, Municipio de Villavicencio. Se tomaron medidas del nido: Distancia D1: 12.0 cm; D2: 6.0 cm; D3: 12.0 cm; D4: 6.0 cm. El nido sufrió presión de alguna índole, pues se hallaron 6 huevos, de los 18 en total, rotos. En estos huevos rotos, observé hormigas arrieras (género Atta), y también unas larvas que se colectaron para su determinación. Por el sitio y algunos datos concluí que las partes altas de las sabanas y donde hay mayor exposición solar son sitios preferenciales de postura de P. vogli. Fecha de colección: Enero 13 de 1967, a las 11:00 a. m. H. A. P. D1 = Profundidad; D2 = Ancho de la entrada y longitud; D3 = Ancho en el fondo; D4 = Profundidad de los primeros huevos.

N°	Longitud mm	Ancho mm	Peso Grs. mgs.
1	44.0	25.7	17.500
2	42.4	26.2	17.700
3	37.4	25.7	14.750
4	38.6	23.3	12.700
5	41.5	27.0	18.600

Localidad: Todos estos huevos fueron hallados en los corrales del IRF. Los cuatro primeros en el de los "Cachirres"; el quinto fue hallado en el agua cerca de las Sabaneras, el día 20 de enero de 1967, 8:16 a. m. por F. M. Los cuatro primeros en los días 15, 18, 28 y 30 respectivamente. Todos en la orilla; el 1° y 2° a las 8:00 p. m.; el 3° a las 8:30 a. m.; el 4° a las 12 m.

HUEVOS DE P. VOGLI (Nº 148)

Nº	Longitud mm	Ancho mm	Peso Grs. mgs.
1	42.5	24.7	12.700
2	42.1	25.0	6.600
3	41.5	24.6	15.550
4	40.2	24.3	13.850
5	38.5	24.0	12.600
6	40.7	25.0	13.600
7	41.5	24.3	14.650
8	38.5	25.0	14.650
9	41.3	25.8	14.650

Diez huevos fueron hallados dentro de los oviductos del ejemplar Nº 148, en mayo 22 de 1967.

RELACION DE LAS TABLAS

TABLA Nº 1	Medidas de <i>Podocnemis Vogli</i> - macho.
TABLA Nº 2	Medidas de <i>Podocnemis Vogli</i> - hembra.
TABLA Nº 3	Medidas de <i>Podocnemis Vogli</i> - juveniles.
TABLA Nº 4	Longitud de la escotadura central entre las placas anales en ambos sexos.
TABLA Nº 5	Medidas del lóbulo anterior del plastron.
TABLA Nº 6	Medidas del lóbulo posterior del plastron.
TABLA Nº 7	Longitudes de la cola de <i>P. Vogli</i> .
TABLA Nº 8	Tabla de nidos.
TABLA Nº 9	Temperaturas rectales tomadas en junio 13 de 1967.
TABLA Nº 10	Dimensiones y peso de los huevos de <i>Podocnemis Vogli</i> .

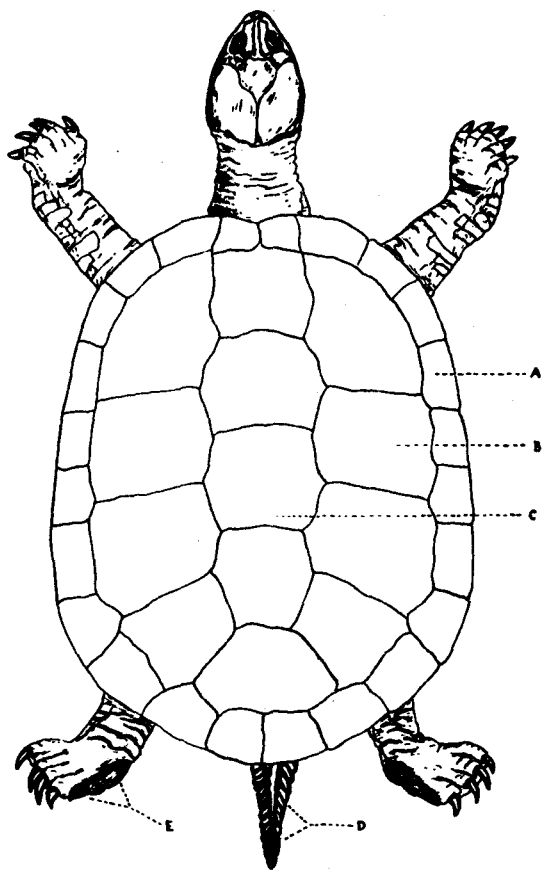


FIGURA Nº 1. — *Macho adulto*, vista dorsal, láminas que cubren el *Carapaz*: A: Marginales, D: Costales, C: Vertebrales.

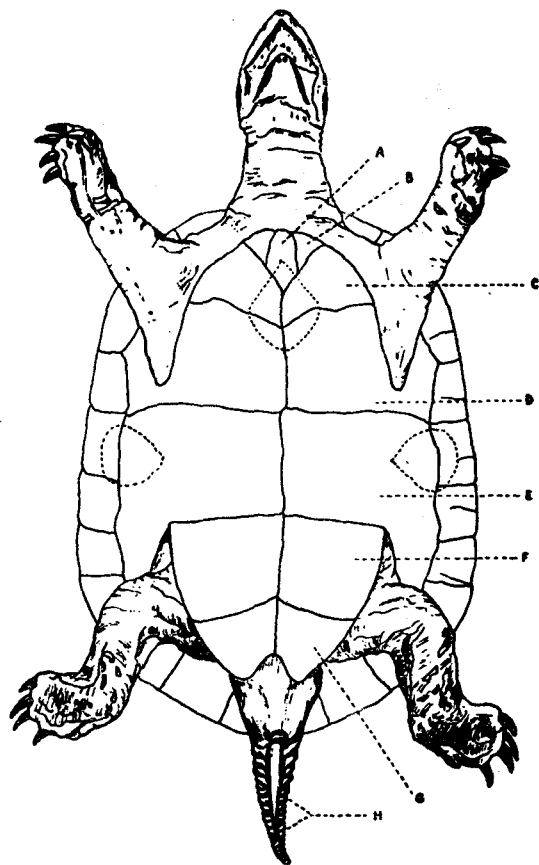


FIGURA Nº 2. — *Macho adulto*, vista ventral; láminas y placas óseas cubren el *Plastron*: A: Intergular, B: Gular, C: Humeral, D: Pectoral, E: Abdominal, F: Femoral, G: Anal, H: Aristas de la cola. Las líneas punteadas muestran la forma y posición de las placas óseas: En el centro *Entoplastron*, a los lados los *Mesoplastra*.

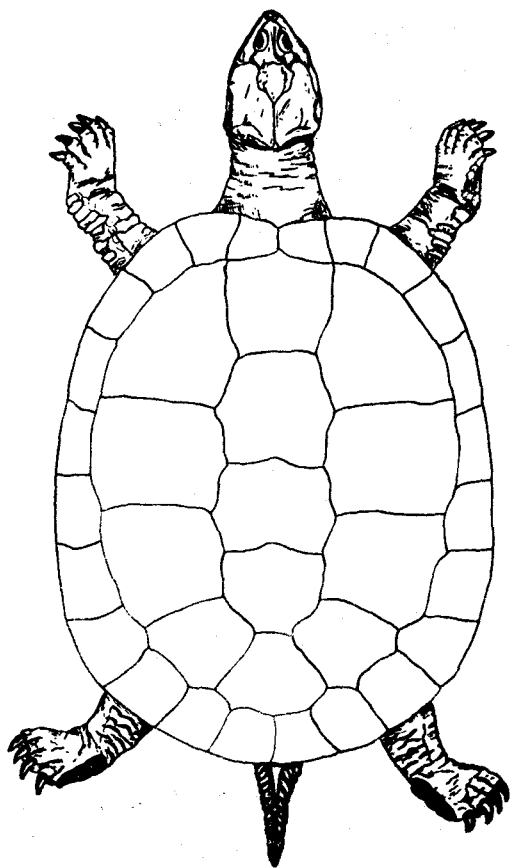


FIGURA Nº 3. — *Hembra adulta*, vista dorsal. Obsérvense las escamas de los miembros, tres escamas prominentes en cada miembro posterior (borde externo del pie).

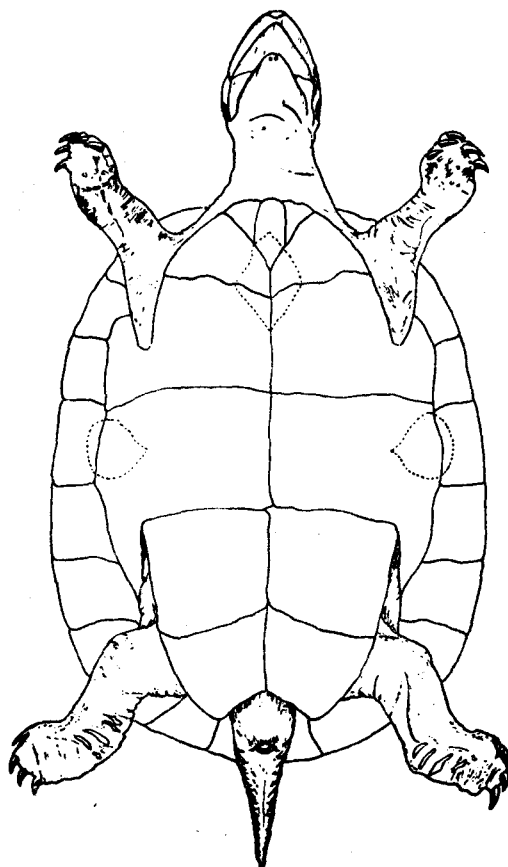


FIGURA Nº 4. — *Hembra adulta*, vista ventral; las líneas punteadas muestran las placas óseas. Nótense las aristas de la cola.

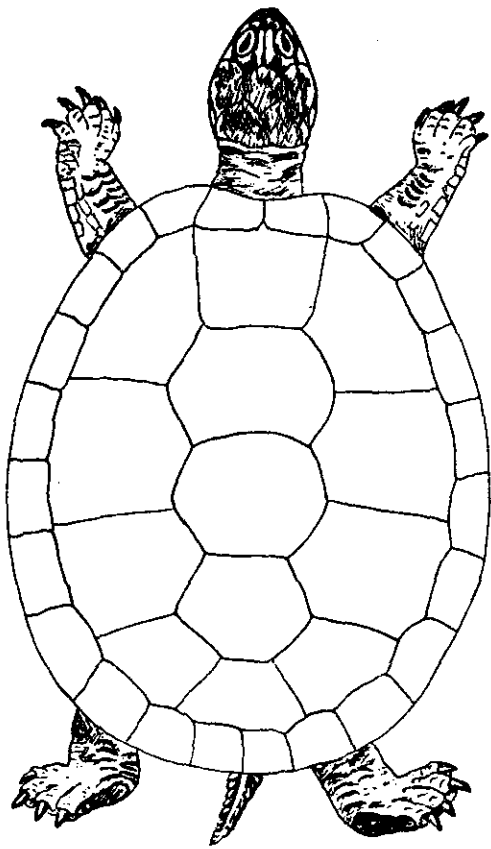


FIGURA Nº 5.— *Ejemplar juvenil, vista dorsal.* En comparación con los adultos el *Carapaz* es menos alargado.

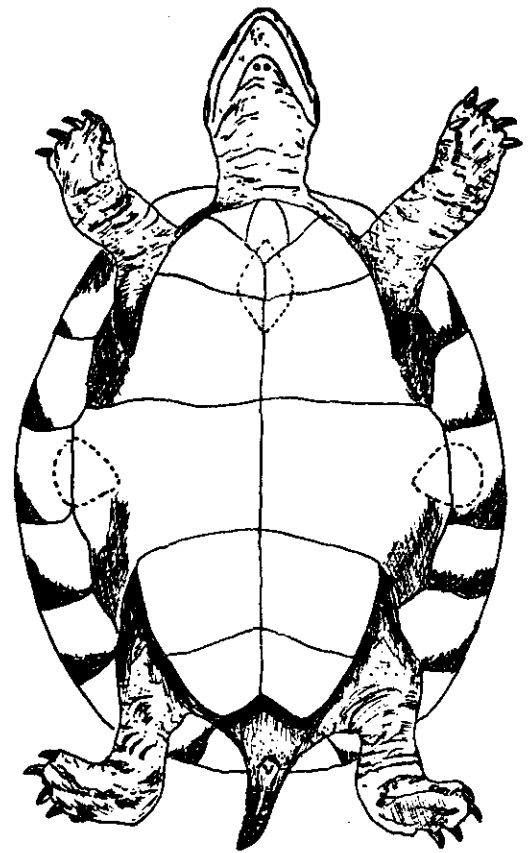


FIGURA Nº 6.— *Ejemplar juvenil, vista ventral.* Presenta las zonas negruzcas claramente discernibles en las láminas marginales, que generalmente retienen los machos (*Dimorfismo Sexual*). Las líneas punteadas indican la forma y posición de las placas óseas en este juvenil.

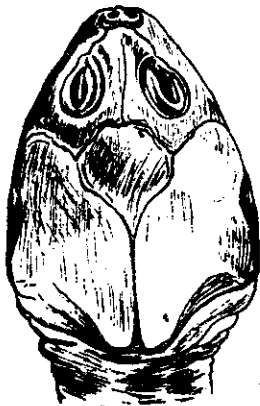
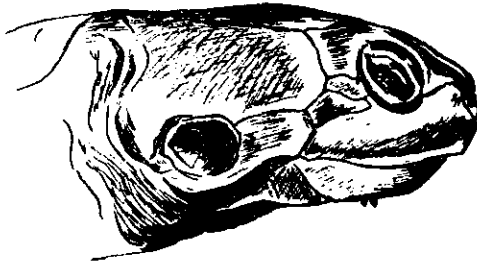


FIGURA Nº 7.— *Cabeza de un macho adulto, vistas lateral (7A) y dorsal (7B).* Obsérvese el escamado.

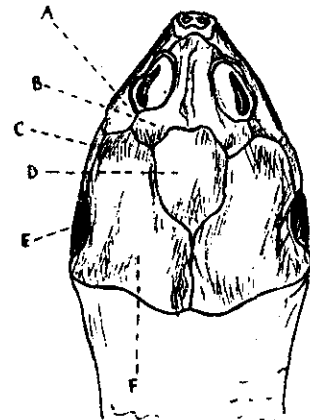
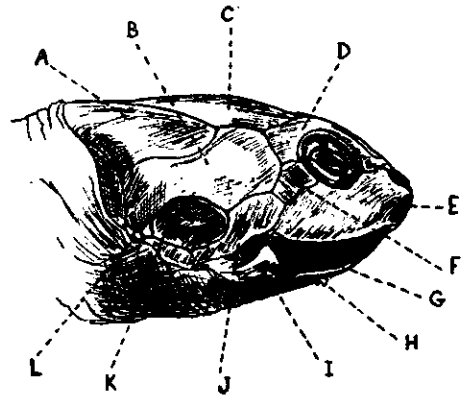


FIGURA Nº 8.— *Cabeza de una hembra adulta, vistas lateral (8A) y dorsal (8B).* Escamado visible lateralmente: A y B: Parietal, C: Interparietal, D: Frontal, E: Maxilar, F: Subocular, G: Mandibular. Dos Bárbulas (constantas), I: Postmandibular, J: Masetérica, K: Timpano, L: Post-timpánica. Escamado visible dorsalmente: A: Maxilar, B: Frontal, C: Masetérica, D: Interparietal, E: Timpano, F: Parietal.

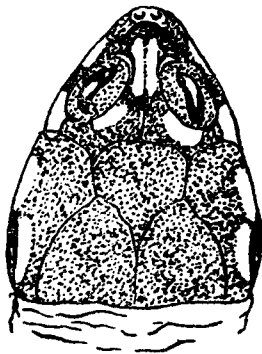
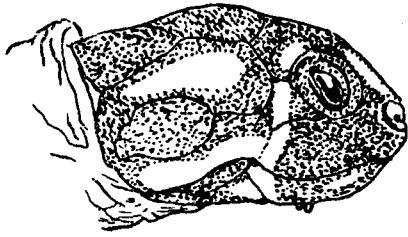


FIGURA Nº 9. — Cabeza de un ejemplar juvenil, vistas lateral (9A) y dorsal (9B). Las zonas claras representan las manchas que cubren parte del escamado de la cabeza en todos los ejemplares juveniles. Algunas de estas manchas son retenidas por los machos (Ver Foto Nº 7: Dimorfismo Sexual, retención de caracteres).

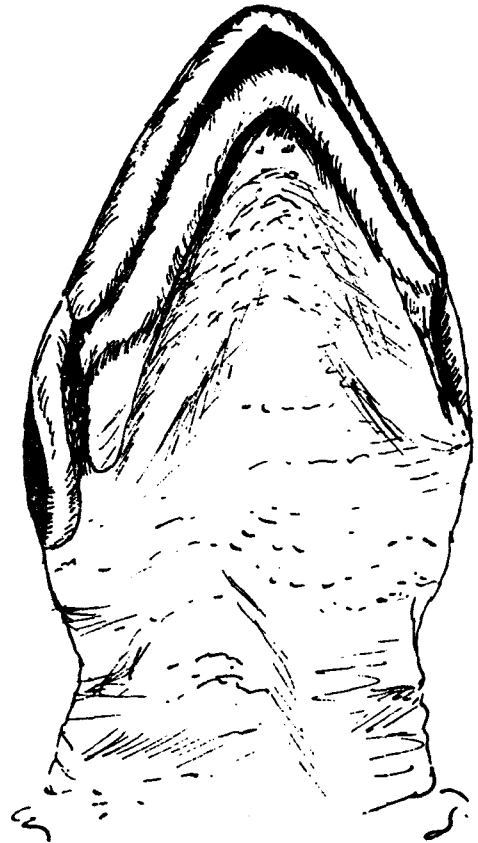


FIGURA Nº 10. — Cabeza de un adulto, vista ventral. Se representa la escotadura de la Maxila, la forma de la Mandíbula y las escamas mandibular y post-mandibulares que la cubren. Se omiten las Bárbulas.

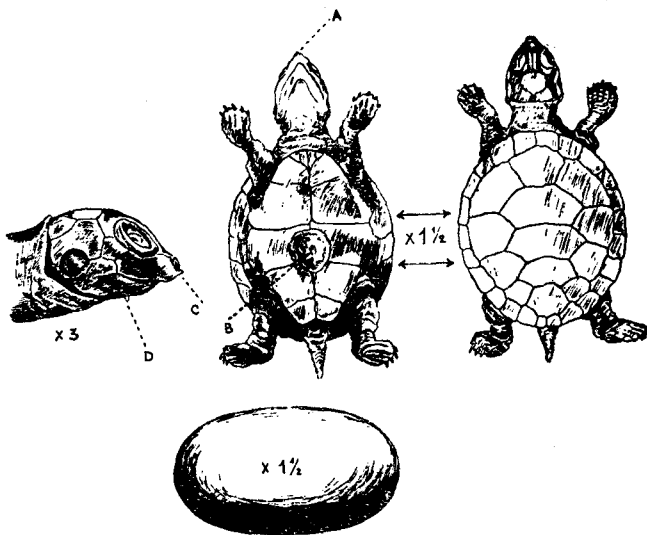


FIGURA Nº 11. — Juvenil recién nacido, vistas dorsal y ventral: A: Oviruptor, B: Protuberancia vitelina, C: Oviruptor muy visible (Cabeza, vista lateral), D: Una sola Barbula gruesa. Huevo. Las ampliaciones indicadas corresponden a las del dibujo original.

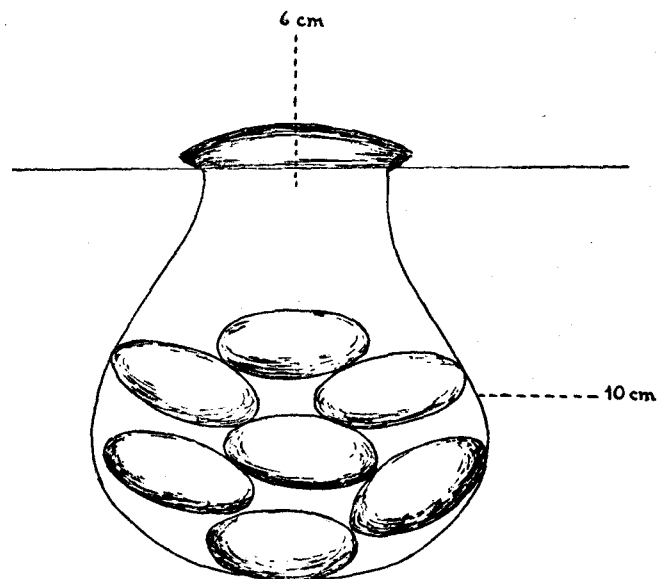


FIGURA Nº 12. — Esquema de un nido, con los huevos en la posición idéntica a como se hallaron.

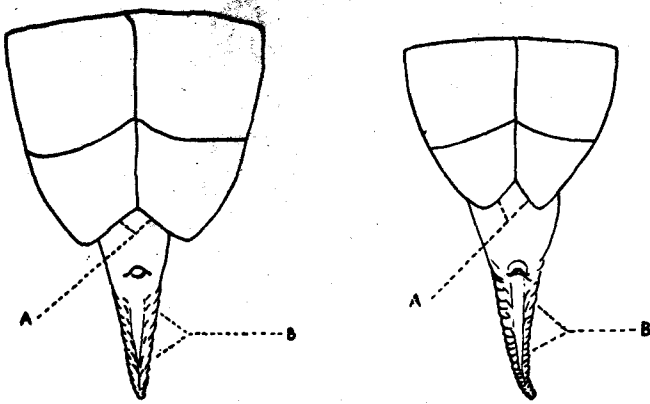


FIGURA Nº 13. — *Escotaduras anales y cola de ambos sexos: Izquierda: de la hembra; Derecha: del macho.* Nótese las diferencias tan marcadas tanto en la amplitud de la escotadura como en la longitud de la cola; Dimorfismo sexual.

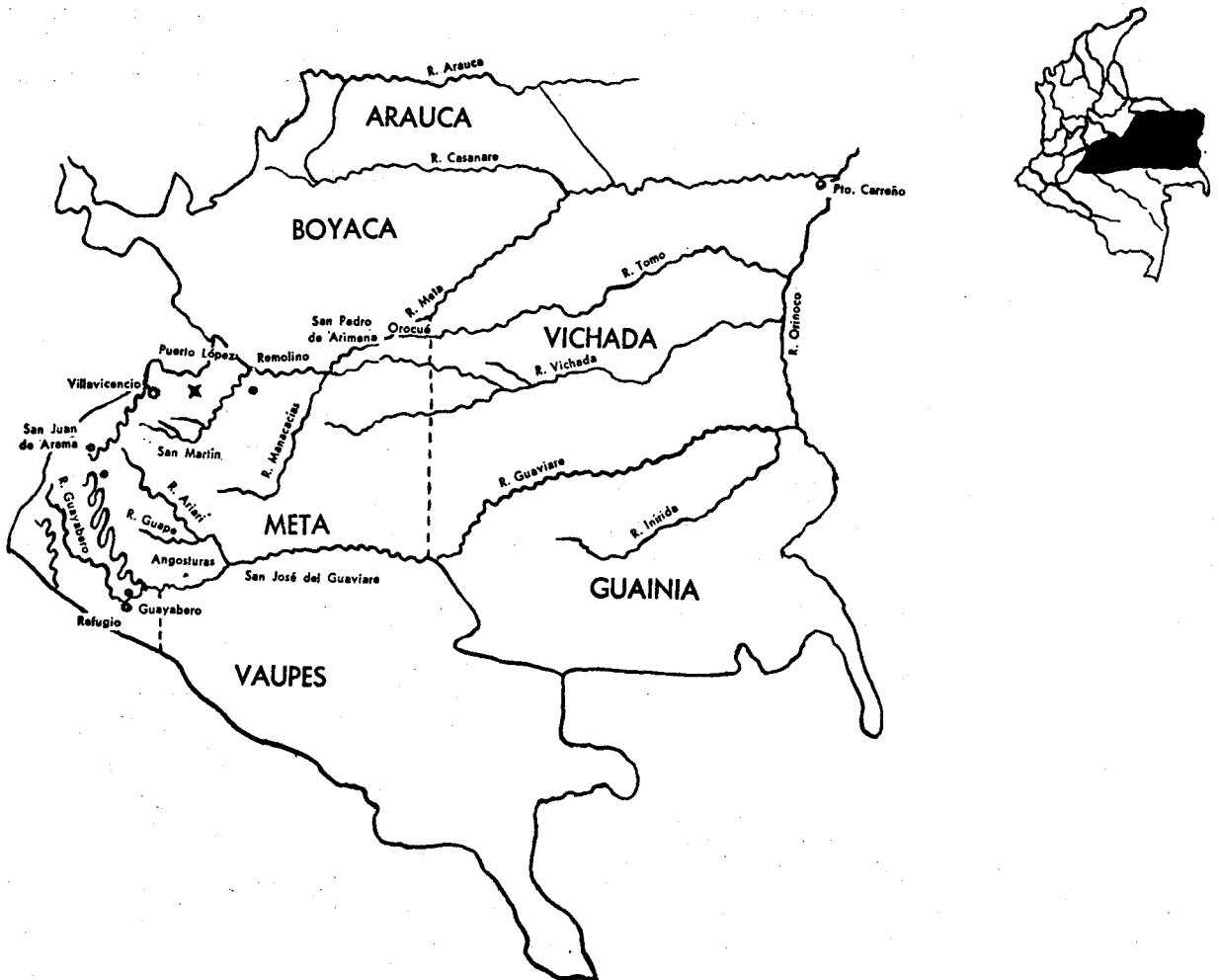


FIGURA Nº 14. — *Mapa de distribución geográfica de Podocnemis vogli en Colombia.* La estrella pequeña (x) indica la localidad de Peralonso, sitio de mayor recolección.



Foto N° 1. Hembra procedente de la Laguna de Umacita (Meta); enero 8, 1959, corresponde al N° 17 ICN.



Foto N° 2. Igualmente N° 17 ICN.



Foto N° 3. Hembras procedentes de Peralonso (Meta); asoleándose en las orillas de uno de los estanques del IRF. (Villavicencio).

Foto N° 4. Hembra procedente de San Martín (Meta); enero .., 1967. *Carapax*: 300.0 mm. N° 151.

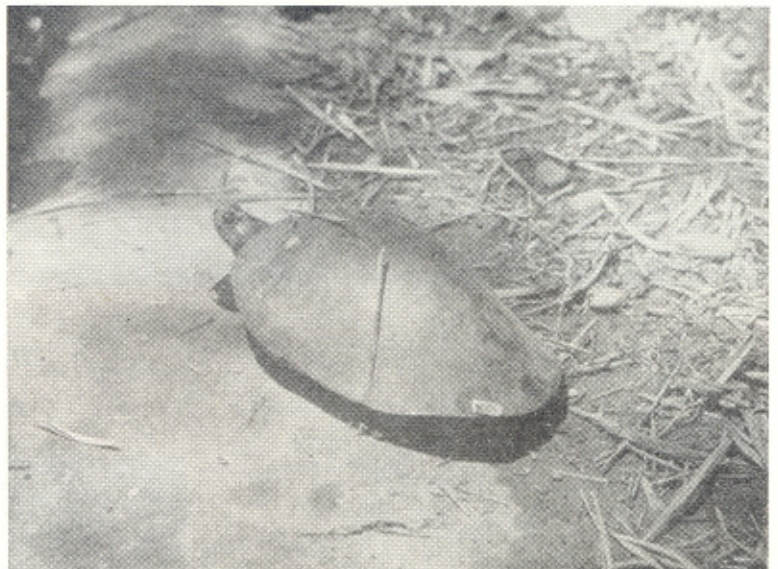
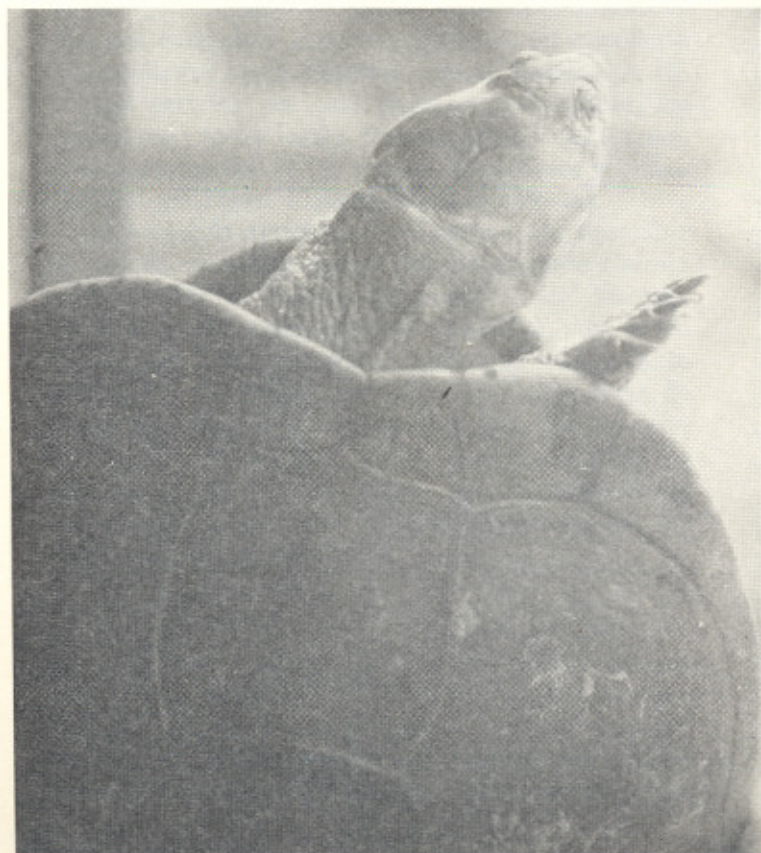


Foto N° 5. Nido hallado cerca de una laguna en la sabana, Hacienda Caviona (Meta); noviembre 23, 1967.



Foro N° 6. El mismo nido ya destapado, los huevos encontrados en su interior, colocados al lado.

Foro N° 7. Macho procedente del Caño Cajuy. Nótese las manchas que cubren algunas de las escamas (Frontal, Subocular) de su cabeza, las cuales son retención de caracteres juveniles. Dicha retención sólo se presenta en los machos.



Foro N° 8. Hembra procedente de la Laguna de Umacita (Meta); N° 17 ICN.

# EL CONTEXTO CULTURAL DE UN ALUCINOGENO ABORIGEN: BANISTERIOPSIS CAAPI.

Por G. REICHEL-DOLMATOFF

Instituto Colombiano de Antropología

El conocimiento y uso de alucinógenos, como bien se sabe, está muy difundido entre los indígenas americanos y esta costumbre podría remontarse probablemente a épocas prehistóricas muy remotas que, talvez, antecedan a la llegada del Hombre al Continente Americano. En efecto, desde Norteamérica hasta las regiones del Sur, se dispone de informaciones sobre grupos indígenas que han empleado, o aún emplean, ciertas plantas con efectos psicotrópicos, para lograr estados de alucinación de diversas intensidades y características.

Ya desde el siglo XIX los botánicos, farmacólogos y psicólogos se han ocupado de identificar y describir muchas de estas plantas, así como de analizar sus componentes químicos y sus efectos sobre el individuo. En los últimos años estos trabajos han avanzado notablemente y en la actualidad se cuenta con una bibliografía muy extensa al respecto. Sin embargo, los antropólogos han estudiado muy poco aún este tema y, al consultar la extensa literatura sobre los alucinógenos americanos, se observa que son muy escasos los trabajos que tratan en algún detalle de los aspectos culturales que se relacionan con el uso de estas substancias. Al mismo tiempo parece probable que para los indígenas la experiencia alucinadora sea de gran importancia, ya que ella puede relacionarse estrechamente —en parte hasta causalmente— con sus conceptos mágico-religiosos, su mitología y simbología y, en general, con el manejo de diversos estados de conciencia y percepción, los cuales son, desde luego, fundamentales para nuestra comprensión de los procesos mentales y psicológicos que rigen o guían estas sociedades.

El presente artículo tiene por objeto describir el uso de un alucinógeno (*Banisteriopsis Caapi*) entre los indios Tukano del territorio del Vaupés, en el noroeste amazónico de Colombia, con el fin de colocar esta costumbre dentro de su contexto cultural y de trazar sus nexos con una serie de otras actividades y expresiones propias de este grupo aborígen. Los datos aportados aquí se basan, en su mayor parte, en investigaciones personales adelantadas en años recientes entre los indios mencionados<sup>1</sup>.

## INTRODUCCION

La distribución del uso del alucinógeno basado en preparaciones de *Banisteriopsis*, en Suramé-

rica, ha sido trazada recientemente por Friedberg (1965). En el territorio colombiano estos alucinógenos son utilizados prácticamente por todas las tribus de la hoya amazónica y de los llanos del Orinoco (*Uscátegui*, 1959). Personalmente pudimos observar su uso también entre los indios Noanamá y Emberá del Chocó, zona selvática de la Costa Pacífica desde la cual esta costumbre se ha extendido hasta Panamá (*Reichel-Dolmatoff*, 1960, pp. 130-132).

El nombre vernacular bajo el cual se conoce esta planta, así como la bebida preparada de ella, varía considerablemente. El término *yajé* (o *ya-gé*), tomado probablemente de la *lingua geral* del Brasil, es de común uso en el noroeste amazónico, pero la planta se designa además con diversos otros nombres, según el idioma indígena local. Así por ejemplo, en los dialectos de la Familia Lingüística Tukano (Tukanos Orientales del Vaupés), se designa como *caapi* o, más correctamente, *gahpí*, *kahpí*; entre los Cubeo como *mihí*; entre los Guahibo de los Llanos Orientales como *kápi*; los Noanamá del Chocó la designan como *dápa* y los Emberá como *pildé*. En la montaña peruana y ecuatoriana la planta se llama generalmente *ayahuasca*. Estas diversas designaciones, a veces sinónimos, a veces nombres genéricos aplicados por los indígenas a cualquier planta alucinógena, han causado cierta confusión en la literatura, de manera que queda a veces difícil saber con exactitud de qué especie botánica se está hablando (*Schultes*, 1957).

Los aspectos botánicos y etnobotánicos de las diversas *Banisteriopsis* colombianas han sido tratados en detalle por Schultes, cuyos trabajos al respecto son fundamentales (*Schultes*, 1957; 1960; 1963a; 1963b; 1967; 1969). Entre otros autores que se han ocupado de estas especies mencionamos a Bristol (1966), Cuatrecasas (1958), García Barriga (1958), Pérez Arbeláez (1956) y Uscátegui (1959). La especie particular de esta malpigiacea a que se refiere el presente trabajo fue identificada por primera vez como *B. Caapi* por el botánico inglés Richard Spruce quien, en 1851, observó su empleo en la región de Ipanoré, en el bajo río Vaupés. Posteriormente se han distinguido varias otras especies, a saber *B. quitensis*, *B. inebrians*, y otras más. Las últimas dos especies no parecen encontrarse en el territorio del Vaupés, donde se trata principalmente de la especie *B. Caapi* (*Schultes*, 1957, p. 37) y, posiblemente, de *B. Rusbyana*. La designación completa de la especie tratada en el presente artículo es

entonces *Banisteriopsis Caapi* (Spruce ex Grisebach) Morton (Schultes, 1957, p. 4). Por consideraciones de brevedad se utilizará en este trabajo el término *yajé*.

El estudio fito-químico y farmacológico de las sustancias psicotrópicas derivadas de las malpigiáceas colombianas se inició hace casi medio siglo pero, aunque se han logrado ciertos avances, sigue siendo un campo de investigación de destacado interés. Fischer (1923) parece haber sido el primero en aislar del *yajé* un alcaloide cristalino, denominado por él telepatina, pero sin hacerse la rigurosa identificación botánica de la especie por él utilizada, problema que se planteó asimismo a otros investigadores contemporáneos (Barriga Villalba, 1925; Albarracín, 1925; Perrot et Hamet, 1927a, 1927b). Barriga y Albarracín llamaron a los alcaloides aislados por ellos *yajeina* y *yajeinina*. Esta falta de determinaciones botánicas exactas de los materiales utilizados en los exámenes de laboratorio, resultó ser un obstáculo muy serio para la identificación de los componentes químicos, sobre todo porque se estaban acumulando informaciones según las cuales los indígenas para preparar sus bebidas alucinógenas, mezclaban a veces varias plantas que no habían sido claramente identificadas todas. Esto planteó el problema de la gran variedad de maneras como se preparaba la bebida, detalle sobre el cual los datos disponibles no eran siempre muy completos. Según la literatura existente, mientras que en algunas regiones de Colombia (Putumayo, Caquetá) los indios hacían una infusión durante varias horas antes de consumirla, en otras regiones (Vaupés) se acostumbraba hacer una maceración en agua fría. En algunas ocasiones se añadían además hojas u otras partes de plantas muy diferentes, práctica que variaba según la tribu en cuestión y según el efecto que se esperaba de la bebida, a la cual se añadían eventualmente otras plantas para reforzar la acción alucinógena de la preparación básica. El uso de estos ingredientes adicionales sigue siendo de gran importancia en las investigaciones actuales, ya que de su exacta identificación depende desde luego el resultado de los análisis de laboratorio. Algunas observaciones sobre este aspecto de las investigaciones se encuentran en Schultes (1957; 1960).

En 1928 Elger (q.v.) constató que el alcaloide descrito por Fischer (1923) era idéntico a la harmina, aislada años antes de un arbusto del Cercano Oriente, *Peganum Harmala*, y cuyas propiedades alucinógenas se conocían desde la antigüedad (Gunn, 1937). Los términos telepatina, *yajeina* o *banisterina* que hasta entonces habían sido usados por los investigadores, resultaron pues, ser simples sinónimos de la harmina. Posteriormente, al obtenerse identificaciones botánicas más precisas, fue posible determinar la presencia de harmina en *B. Caapi* (Chen and Chen, 1939) y en *B. Inebrians* (O'Connell and Lynn, 1953). Además Hochstein y Paradies (1957) encontraron otros

derivativos de los *beta-carbonilos* en tallos de *B. Caapi*, a saber: harmalina y d-tetrahidroharmina (Bristol, 1966, pp. 115-116; Naranjo, 1967, p. 394; Schultes, 1969, p. 250) y *B. Rusbyana* resultó contener cantidades apreciables de N,N-dimetiltriptamina (Agurell, Holmstedt and Lindgren, 1968).

Los efectos psicotrópicos de estos componentes de la *B. Caapi* y de otras especies de las malpigiáceas han sido descritos por varios autores, quienes se refieren en sus estudios tanto a pacientes esquizofrénicos, como a grupos de individuos normales; a observaciones hechas entre indígenas y aun a experiencias personales. (Véanse entre otros, Harnner, 1968; Naranjo, 1965, 1967; Pennes and Hoch, 1957; Turner, 1963). En términos generales, estos efectos se describen en la literatura en la forma siguiente: la ingestión de una infusión o maceración a base de *Banisteriopsis* causa inicialmente vértigo, náusea y vómitos seguidos por estados de euforia más o menos marcados o aun de excitación agresiva. Súbitamente se presentan alucinaciones visuales en colores brillantes que pueden ser de una belleza sublime, pero que también pueden contener aspectos de terror y angustia. En estas visiones aparecen a veces animales —frecuentemente felinos y reptiles— o la persona se siente volar por los aires visitando lugares lejanos o comunicarse con divinidades, demonios o ancestros tribales.

Las circunstancias bajo las cuales se consume la bebida alucinógena entre los grupos indígenas del noroeste amazónico, varían considerablemente, según afirman los diversos autores. En ocasiones se trata de ceremonias colectivas de carácter mágico-religioso, como por ejemplo los ritos de iniciación de los jóvenes, los ritos funerarios o el rito de *yuruparí*. Otras veces es un solo individuo, generalmente un chamán o curandero, el que consume la bebida sea para hacer el diagnóstico de una enfermedad, y adivinar el modo de su curación o para establecer la identidad de un supuesto enemigo. Las mujeres no participan en la toma de la bebida, ni tampoco los jóvenes que aún no han llegado a la pubertad, pero ambos pueden estar presentes durante el consumo de la bebida por parte de los hombres.

Para observaciones efectuadas entre indios colombianos disponemos de las siguientes fuentes: Rocha (1905) sobre los Ingano de Mocoa, Caquetá; Koch - Grünberg (1909) sobre los Tukano del Vaupés; Brüzzi (1962) sobre estos mismos; Goldman (1963) sobre los Cubeo del Vaupés; Bristol (1966) sobre los Sibundoy del alto Putumayo; Der Marderosian, Pinkley y Dobbins (1968) sobre los Kofán del Putumayo; Mallol de Recasens (1963) sobre los Siona; Schultes (1960) entre los indios del Caquetá y los del Vaupés; Reichel - Dolmatoff (1960, 1968), entre los indios del Chocó y los Tukano del Vaupés. Una breve nota de Stradelli (1890) se refiere al uso de *yajé* entre los Pira-Tapuya (Tukano) de Taracá, bajo río Vau-

pés. Para la misma región limítrofe con el Brasil tenemos además la clásica descripción de Spruce (1908) basada en sus observaciones entre los Tukano del bajo Vaupés y algunos datos de Biocca (1965) sobre los Tukano de la misma región.

A continuación citaremos en más detalle a algunos de estos autores, con el fin de dar una idea más exacta del alcance de sus observaciones. Rocha mismo no tomó yajé sino que sólo relata las informaciones suministradas por indios y mestizos de la región de Mocoa. Según este autor las alucinaciones de los primeros 30 a 45 minutos son extremadamente agradables, viendo la persona bellos paisajes, apetitosas frutas y bailes lascivos de mujeres semidesnudas, todo acompañado de música. Otros se creen ser jefes poderosos o tienen visiones de ángeles y vírgenes celestiales. Se imaginan que consumen bebidas y comidas y que, convirtiéndose luego en jaguares, persiguen las dantas y los venados que corren por los bosques. Viene luego una corta fase de somnolencia y en seguida aparecen visiones aterradoras; serpientes y personificaciones demoníacas atacan a la persona, la maltratan y la humillan. A pesar del lenguaje romántico que emplea el autor citado, su relato no carece de interés y lo transcribimos *in extenso* en el apéndice. (Rocha, 1905, pp. 43-46).

Spruce asistió en 1852 a una ceremonia de yajé entre los Tukano de Urubú-coará, cerca de Ipanoré, sobre el río Vaupés. Describe los efectos así: "In two minutes or less after drinking it, its effects begin to be apparent. The Indian turns deadly pale, trembles in every limb, and horror is in his aspect. Suddenly contrary symptoms succeed: he bursts into perspiration, and seems possessed with reckless fury, seizes whatever arms are at hand... In about ten minutes the excitement has passed off, and the Indian grows calm, but appears exhausted". Spruce bebió una pequeña porción y reaccionó sólo con náusea. Continúa diciendo: "White men who have partaken of caapi in the proper way concur in the account of their sensations under its influence. They feel alternations of cold and heat, fear and boldness. The sight is disturbed, and visions pass rapidly before the eyes, where in everything gorgeous and magnificent they have ever heard or read of seems combined; and presently the scene changes to things uncouth and horrible. These are the general symptoms, and intelligent traders on the Upper Río Negro, Vaupés and Orinoco have all told me the same tale, merely with slight personal variation", (Spruce, 1908, II, pp. 419-421). Koch-Grünberg, quien asistió medio siglo después a varias ceremonias entre los Tukano del río Tiquié, dice lo siguiente: "Según me contaron los indios, todo se ve mucho más grande y más bello de lo que es en realidad. La casa aparece inmensa y esplendorosa. Se ve una multitud de gente, sobre todo muchas mujeres. Lo erótico parece desempeñar un papel principal en esta intoxicación. Grandes culebras

multicolores se enroscan alrededor de los postes de la casa. Todos los colores son muy luminosos" (Koch-Grünberg, I, p. 299). En una ocasión Koch-Grünberg tomó dos pequeñas copas de la bebida y describe así su reacción: "En efecto, después de un rato y sobre todo al salir fuera de la casa a la oscuridad, se me presentó delante de los ojos una extraña luz trémula y muy intensa, y al escribir, algo como llamaradas rojas pasaron rápidamente sobre el papel" (Koch-Grünberg, I, p. 318). Aunque este autor trae excelentes descripciones de las reuniones ceremoniales, no entra en más detalles acerca de las alucinaciones y de su función. Anota que el yajé se consume con ocasión de reuniones que se celebran entre dos fratrias, o también durante el ritual de la iniciación, y lo considera posible que el uso del alucinógeno esté relacionado con un ritual de los guerreros quienes, bajo su efecto, esperan adquirir valor.

Goldman describe el uso de yajé entre los Cubeo del río Cuduyari, donde la planta se designa con el nombre de *mihí*. Sobre los efectos dice: "This sequence of *mihí* transports a man from vague and mild visions of whiteness to intense hallucinatory experiences, bursts of violence, and finally loss of consciousness... At the beginning, the Indians say, the vision becomes blurred, things begin to look white, and one begins to lose the faculty of speech. The white vision turns to red. One Indian described it as a room spinning with red feathers. This passes and one begins to see people in the bright coloring of the jaguar. When the final strong forms of *mihí* are taken the hallucinations begin to assume a disturbing and fearful form. One becomes aware of violent people milling about, shouting, weeping, threatening to kill. One is seized with fear that he no longer has a home. The houseposts and trees come alive and take the form of people. There is a strong sensation that an animal is biting one's buttocks, a feeling of the feet being tied. The earth spins and the ground rises to the head. There are moments of euphoria as well, when one hears music, the sound of people singing, and the sound of flowing water. The Cubeo do not take *mihí* for the pleasure of its hallucinations but for the intensity of the total experience, for the wide range of sensation. I spoke to no one who pretended to enjoy it". (Goldman, 1963, pp. 210-211).

El Padre Brüzzi participó en dos ceremonias de yajé entre los Tukano de Carurú-cachoeira y bebió una pequeña dosis pero no tuvo alucinaciones. Sin embargo, algunos de los indios participantes afirmaban haber visto "globos ou chamas luminosas". Esta experiencia negativa hizo pensar a Brüzzi que: "... os efeitos sinalados nos indigenas devem ser explicados pela fácil excitabilidade da sua fantasia". (Brüzzi, 1962, pp. 230-231).

Schultes tomó yajé en varias ocasiones y dice: "The narcosis amongst these people, with whom I have taken caapi many times, is pleasant, cha-

racterized, amongst other strange effects, by colored visual hallucinations. In excessive doses, it is said to bring on frighteningly nightmarish visions and a feeling of extremely reckless abandon, but consciousness is not lost nor is use of the limbs unduly affected" (Schultes, 1960, p. 170). Más adelante, refiriéndose a la decocción de *B. Inebrians* usada en el alto Caquetá y Putumayo, dice: "...the drink had a very strong psychotropic effect. Its intoxication had an initial stage of giddiness and nervousness, followed by profuse sweating and nausea. Then began a period of lassitude, during which a play of colors, at first mainly a hazy blue, increased in intensity. Thus eventually gave way to a deep sleep, interrupted by dreams and accompanied by feverishness. No uncomfortable after-effects save a severe diarrhoea were felt on the next day" (Schultes, 1960, pp. 175-176). Refiriéndose a la maceración en frío, usada en el Vaupés, que generalmente se prepara sólo de *B. Caapi*, dice: "As far as I was able to judge from six or seven experiences with caapi, the effects differ little from those from the boiled concoction used in the Putumayo. The intoxication is longer in setting in, and much more of the drink must be taken, but the symptoms of the intoxication and their intensity seem to me to be very similar". (Schultes, 1960, pp. 176-177).

De especial interés es el trabajo de Mallol de Recasens (1963). Esta investigadora obtuvo de un indio Siona varios dibujos en colores representando sus alucinaciones de yajé, junto con los comentarios personales del informante y las interpretaciones dadas por el chamán, al cual el informante había comunicado el contenido de sus visiones. En su análisis de los dibujos, Mallol de Recasens observa que la planta de yajé ocupa una posición central y simboliza un concepto de fecundidad femenina. Muchos otros elementos simbólicos se interpretan además como representaciones sexuales pero otros se interpretan como expresiones de profundos conflictos respecto a la imagen materna, la autoridad del chamán y la influencia de las misiones católicas. Aunque la autora considera que su trabajo es apenas un aporte metodológico, en realidad se trata de un muy importante ensayo de colocar la experiencia alucinadora dentro de un marco cultural más amplio.

Estas citas bastan para ofrecer una idea de las descripciones dadas en la literatura. Para resumir este capítulo introductorio nos queda por explicar someramente el ambiente físico y social en el cual se consume el yajé entre los indígenas del Vaupés, basándonos en los autores citados. Las circunstancias son, generalmente, las siguientes: varios trozos del bejuco fresco, del grosor de un dedo, se maceran en un pilón de madera, añadiéndose luego agua fría. El líquido se pasa por un colador para limpiarlo de fibras y trocitos de corteza, y se recoge en una vasija de cerámica, decorada y utilizada sólo para este fin. Al caer la no-

che, los hombres, adornados con plumas y con el cuerpo pintado, se reúnen en el interior de la casa comunal (*maloca*) donde, sentados en pequeños banquitos, recitan, charlan y cantan. Ocasionalmente grupos de ellos se levantan para bailar, al son de flautas de Pan, cascabeles de semillas secas y al compás de grandes tubos de madera que se golpean contra el suelo. Uno o dos hombres reparten la bebida, ofreciéndola en pequeños calabacitos a los asistentes quienes beben el líquido con ademanes de disgusto. Los hombres que reparten la bebida se acercan con gestos ritualizados, caminando a veces a brincos, y exclamando rápidamente: *ma-ma-ma-ma-ma-ma* ("¡toma!"). Continúan los bailes y cantos y en los intervalos se reparten otras dosis, a veces hasta seis u ocho.

Hasta aquí el resumen de los hechos observados por los diferentes autores. Pero nos preguntamos ahora: ¿Qué significa esta costumbre? ¿Qué sentido tiene la experiencia alucinadora para el indígena? ¿Qué significa esto en la organización social? ¿Cómo se relaciona con sus tradiciones míticas, su religión, su simbolismo; con todos sus procesos mentales y psicológicos? ¿En una palabra cuál es la dimensión cultural del uso de este alucinógeno?

A continuación trataremos de contestar, apenas en parte, algunas de estas preguntas.

### *El Contexto Mitológico.*

En el curso de mis investigaciones recogí una serie de mitos, en los cuales aparecen muchas referencias al yajé. Según los Tukano del Vaupés, la planta de yajé fue creada en la época mítica, como uno de los elementos constitutivos más importantes de su cultura. Resumiremos aquí brevemente el Mito de la Creación de la Humanidad.

La divinidad solar es un principio masculino fertilizador, de carácter fálico. Este falo, simbolizado por los rayos del sol y por la vara ceremonial de los chamanes, se colocó, en cierto momento, verticalmente sobre un determinado punto topográfico localizado en la línea ecuatorial. El día del solsticio vernal, a mediodía, los rayos verticales del sol no echaban sombra alguna sobre las caras verticales de ciertas rocas que yacían en la orilla de los ríos y este signo portentoso marcó así los puntos centrales y sagrados donde el sol fertilizó la tierra. Estos lugares son, por ejemplo, las rocas del raudal de Ipanoré (bajo Vaupés) y la Piedra de Nyí, cerca del raudal de Meyú (bajo Piraparaná). Los petroglifos que se ven en estas rocas conmemoran este acto. Por esta vara (rayo) fálica descendieron gotas de semen y se formó la humanidad. Los primeros hombres ascendieron ahora los ríos, embarcados en una gran anaconda que les servía de canoa y que combinó en sí un simbolismo tanto uterino como fálico<sup>2</sup>. El largo viaje de la Canoa-Anaconda representa la dispersión de la humanidad que se estableció a lo largo

de los ríos, donde hay grandes raudales. Dichos raudales tienen asimismo un carácter uterino, de gestación, donde brotaron ahora sucesivamente nuevos grupos sociales, al llegar la canoa. En el curso de este largo viaje, la divinidad que guiaba la canoa iba creando asimismo una serie de elementos e instituciones culturales y estableció su código moral y social. Hasta aquí el esquema básico.

Ahora bien: según un mito de los Desana, en una de estas estaciones, llamada *dia vii/* casa del agua, abajo de Ipanoré, apareció una mujer llamada *gahpí mahsó*, la Mujer-Yajé. Mientras que los hombres estaban reunidos en el interior de la casa, bebiendo chicha, ella dio a luz afuera y la criatura resultó ser el bejuco de yajé. La mujer llevó al niño al interior de la casa, lo que causó gran consternación entre los hombres. La criatura tenía forma humana pero, dice el mito: "...el niño tenía forma de luz, era humano pero era luz, era yajé". Al ver al niño, los hombres quedaron como intoxicados porque "... la mujer los ahogó con visiones". Ella preguntó: "¿Quién es el padre de este niño?". Un hombre que estaba sentado en un rincón y de cuya boca goteaba la saliva, arrancó el brazo derecho del niño y dijo: "¡Soy yo!". Los otros hicieron lo mismo; agarraron al niño, lo despedazaron y dispersaron sus miembros. "Agarraron el cordón umbilical..." dice el mito, y así: "...nuestros progenitores obtuvieron el yajé".

El simbolismo que encubre este relato mítico es muy complejo. El concepto clave es aquí el que se expresa por el término de "ahogar", y para aclararlo, debemos referirnos a otro ciclo mítico, a saber, el relacionado con el ritual de *yuruparí*. Con esta última palabra, tomada de la *lengua geral*, se designa en buena parte de la hoya amazónica, un rito en el cual varias trompetas de corteza ocupan un papel central. Estas trompetas tienen un carácter sagrado y las mujeres no deben ni ver ni oírlos, por tratarse de un rito efectuado sólo por un grupo de hombres iniciados. En otra parte (*Reichel-Dolmatoff*, 1968, 127ff) hemos dado una descripción detallada de este ritual y resumiremos aquí sólo lo esencial. Entre los Tukano del Vaupés el *yuruparí* es la representación conmemorativa del incesto que el Padre Sol cometió con su propia hija, en la época de la Creación, y la ceremonia en la cual se tocan estas flautas tiene por motivo principal la promulgación de las estrictas leyes exogámicas que son características de los Tukano. En la mayoría de los dialectos Tukano, el *yuruparí* se designa como *miriá-porá*, término derivado de *miriri/* ahogarse, sumergirse, y *porá/* hijos, descendientes. Según nos explicaron nuestros informantes indígenas, se alude a un concepto de procreación, de coito, acto que, entre los Tukano, frecuentemente se compara con un estado de ahogamiento, embriaguez o alucinación. Durante el acto sexual, el hombre "se ahoga" y "ve visiones". Por cierto, si una persona se sueña que se está ahogando, eso pronostica una embriaguez. El tér-

mino *miriri* tiene también el sentido de saturarse, confundirse con algo, gratificarse, desbordarse. El nombre *miriá-porá* alude pues al acto sexual, sobre todo en un sentido incestuoso, tal como aparece en el mito que relata el pecado insólito de la divinidad solar. Cuando la Mujer-Yajé "ahoga" a los hombres, el mito dice textualmente: "...*gahpí noméri miriá-vaya/yajé-figuras-ahogolos*". La palabra *noméri* significa "figuras, imágenes" y uno de los informantes que había estado en una misión católica, empleó este término para describir el reflejo resplandeciente de fuegos artificiales sobre un cielo nocturno. Por otro lado, la palabra *noméri* describe también la actuación de una mujer (*nomé*) que se pinta la cara con punticos rojos. Dice un informante: "Al tomar yajé, se ven cosas rojas que andan y saltan. El yajé es femenino y produce imágenes". Podemos interpretar ahora mejor el sentido del mito de la creación del yajé. La intoxicación con este alucinógeno se compara, en primer lugar, con un acto sexual que, además, tiene la connotación de ser incestuoso<sup>3</sup>.

Según otra versión del Mito de la Creación, el origen del yajé tuvo lugar en el raudal de *Mihí*. Fue allí donde la Mujer-Yajé concibió el niño, al haber quedado fertilizada a través del ojo. En el simbolismo de los Tukano encontramos con frecuencia esta equivalencia de ojo y vagina y, en este caso, el acto de fertilización se designa como *inyásaase*, término que se deriva de *inyase/* ver, y *saase/* depositar, en el sentido de impregnar. Cuando se iniciaron los dolores del parto los hombres quedaron "aturdidos" todos (*vihsipeo*), palabra que significa también extraviarse, equivocarse, y que se emplea para describir un estado psíquico durante el cual el comportamiento de la persona es abiertamente contradictorio. El mismo término se usa para describir una actuación aberrante, que se opone a las normas religiosas; es en este sentido que los hombres estaban desorientados. Este estado de los hombres se intensificó al nacer el Niño-Yajé y al entrar su madre con él por la puerta. De allí ella se dirigió hacia el centro de la casa donde estaba un fogón y donde también se había colocado una caja de espartos que contenía los adornos de baile que el creador había dado a los hombres. Fue un momento de zozobra, de gran agitación. Dice el mito: "*beetëonyati paro/*¡oh, era insoportable!".

Debemos interrumpir aquí este relato tukano para referirnos a algunos elementos simbólicos que figuran en esta escena. En primer lugar, entre los Tukano, las grandes casas comunales (*malo-cas*) tienen un simbolismo uterino y se designan directamente como "útero del sib". La puerta de la casa simboliza la vagina y el centro de la casa es el lugar más sagrado donde se depositan, en ciertas ocasiones, los objetos ceremoniales. En segundo lugar, el fogón es otro símbolo uterino ya que es el lugar donde se opera una transformación, donde se produce un componente importantísimo de la existencia: la comida. La caja en la

cual se guardan los adornos simboliza asimismo un elemento femenino ya que su contenido se interpreta en términos seminales, fertilizadores, que son los "adornos" de los hombres. La escena en la cual la Mujer-Yajé entra por la puerta y penetra a la casa, en medio del aturdimiento de los hombres, equivale pues a un acto sexual.

Sin embargo, uno de los hombres presentes no perdió el juicio y, al arrojarle ahora los demás sobre el niño para despedazarlo, fue él quien "cogió la primera rama de yajé". Los demás, según su rango social, se apoderaron cada uno de "su yajé".

Hay ahora un cambio de escena en el mito. En la casa, junto con los hombres, había también muchos animales y algunos de ellos, sobre todo ciertos micos y la danta, habían quedado profundamente afectados por la intoxicación de yajé, es decir por el acto sexual. En una escena tumultuosa y entre exclamaciones y risas, estos animales comenzaron ahora a devorar sus rabos. Ahora bien, tanto la cola de los micos como los micos en sí simbolizan el pene y la sexualidad masculina incontrolada e incestuosa; en efecto, en el lenguaje obsceno de los hombres Tukano se utilizan frecuentemente términos alusivos. Según comentan los informantes, "comerse la cola" significa aquí el coito, y añaden que los animales que comieron sus rabos estaban cohabitando bajo la influencia del yajé. Al mismo tiempo, los hombres se armaron de una vara ceremonial, la misma vara fálica por la cual había descendido la humanidad a la tierra, y ahuyentaron con ella la influencia del yajé de la casa. Dice uno de los comentarios: "Con esta vara lo rechazaron. El yajé debía producir sólo sensaciones agradables, pero a algunos produjo lo contrario y por eso lo rechazaron. Lo rechazaron con un pene".

El mito continúa diciendo: "Se acabaron las visiones. Habían encontrado su bebida. Toda la gente adquirió así sus tradiciones, sus ritos y cantos". El narrador explica que la fraternidad Tukano cogió la segunda rama de yajé y que: "...*too mihsí kēhēa vaaro mēha*/ de allí ya continuó la línea, dando a entender que se comparaba la línea de descendencia con un bejuco largo.

En otro mito, también narrado por los Tukano, el Niño-Yajé sobrevivió y se volvió un anciano que celosamente guardaba su secreto de la acción alucinógena. El mito dice: "De ese viejo formaron el semen, pues fue el poseedor del yajé. El deseo de poseer este pene llevó a la creación del semen. El viejo era el dueño del yajé, es decir el dueño del acto sexual. Ellos son los hijos y él es el padre".

Visto dentro del contexto de la mitología de los Tukano, el yajé tiene pues un marcado carácter sexual. Alucinación y coito se equiparan, pero no en un sentido de gratificación o procreación sino como una experiencia angustiosa por relacionarse con el problema del incesto.

### El Contexto Ritual.

Observamos en los mitos que el bejuco del yajé se identifica con un ser humano y que, durante el desmembramiento del Niño-Yajé, cada hombre se lleva cierta parte del cuerpo de la criatura. Esta paralela es de importancia para los Tukano porque forma la base para el criterio bajo el cual se escogen ciertas partes del bejuco para la preparación de la bebida, y también porque de esta manera cada fraternidad (o sea Tukano, Desana, Pira-Tapuya, Uanano, Barasana, etc.) tiene su atributo específico de yajé, escogido por su antepasado durante el sacrificio del niño. En efecto, cada fraternidad exogámica de los Tukano consume su propio yajé, determinado por detalles externos del bejuco y también por las características de su respectivo efecto alucinógeno. Los Desana, por ejemplo, mencionan por lo menos cuatro clases de yajé que tradicionalmente les corresponden, a saber "yajé de nudos" (*korepida*), "yajé de guamo" (*merepida*), "yajé de *tooká*" y "yajé de *duhtú-puu-sere-da*"<sup>4</sup>. Los Pira-Tapuya (Gente-Pescado), otra fraternidad de los Tukano, dicen usar una categoría llamada *gahpí-da vai/ yajé-rama-pez*. Los Barasana del Pira-paraná dicen usar las siguientes clases de yajé, enumerando algunas de sus características: a) "Yajé de jaguar rojo", para acostumbrarse a los efectos generales del alucinógeno y para tener visiones referentes a la coca y al tabaco, en colores amarillos; b) "yajé de guamo", para tener alucinaciones referentes a los cantos ceremoniales; c) "yajé de cabeza", para ver en las alucinaciones los diversos colores de los jaguares; d) "yajé de sangre", para tener visiones de color rojo. Mencionan además un "yajé de los animales de la selva" que produce alucinaciones predominantemente rojas y azules, y un "yajé de culebra" que, según se dice, ya no se consigue en la región. Otra clase, denominada "yajé de pescado", se dice ser privativa de los chamanes de la fraternidad Tukano, quienes lo toman para establecer contacto con el Dueño de los Animales; además dice producir alucinaciones referentes al poder fertilizador del rayo solar y al dominio masculino sobre las mujeres. Una clase de yajé designada como "de carne", se dice ser propia de la Fraternidad Karapana. Cada fraternidad de los Tukano tiene así sus "propias" alucinaciones. Pero tampoco son exclusivas; un individuo de una fraternidad puede ver en sus alucinaciones imágenes que "pertenecen" a otra fraternidad. Son visiones parciales que se introducen a una imagen total y que se distinguen inmediatamente como "ajenas".

En cada planta de yajé los indígenas distinguen ramas o trozos de diferentes colores, como por ejemplo, verdes, rojas o blancas. Estos colores no se refieren solamente al aspecto externo del bejuco sino, ante todo, al color predominante de las alucinaciones causadas por su uso. Cierta yajé propio de los Desana hace ver "coronas de plumas que brincan" o culebras en forma de collares que se enroscan alrededor de los horcones de la casa.

Otra clase de yajé se dice producir alucinaciones de "culebras que brincan". Desde luego, si hablamos aquí de diferentes clases de yajé, no nos referimos a distintas especies botánicas sino a una clasificación de carácter mágico que establecen los indígenas. Sin embargo, en el fondo de esta clasificación es posible que exista la experiencia tradicional de que ciertas partes del bejuco, o sean las raíces, partes del tronco inferior o las ramas frescas, contienen concentraciones diferentes del componente alucinógeno y causan entonces diferentes visiones. En efecto, saber combinar ciertos tallos tomados de varios bejucos es una de las preocupaciones principales al prepararse la bebida. La combinación no obedece a las disponibilidades casuales sino ante todo al efecto que se desea obtener, y este efecto depende también de la ocasión en la cual se consume la bebida. Cada ceremonia, y más aún, cada baile, necesita su preparación específica. Se trata pues de controlar la intensidad y calidad de las alucinaciones.

Se sabe que los efectos del yajé pueden ser agradables o desagradables, causando estados de euforia o de terror. Parece posible que estos dos efectos se sigan como fases, cronológicamente, en el curso de una misma intoxicación, pero también es factible que ciertas personas tengan más bien experiencias agradables y otras, desagradables. Lo ideal, según los indios, sería tener sólo visiones bellas y placenteras que la persona pueda gozar de un modo pasivo y en un estado de descanso. En cambio, la náusea o la intoxicación que lleva a un comportamiento incontrolable o a visiones terro-ríficas, se consideran como peligrosas. Se dice que algunas personas se vuelven agresivas y comienzan a reñir con sus compañeros; otras se arrancan sus adornos y aún se despojan de su cubresexo; orinan y defecan en público, y se conducen "como animales". Obviamente, el efecto depende de un gran número de factores difícilmente controlables, como lo son las propiedades de la planta, el modo de preparación, el ambiente social y psicológico de la reunión, y la personalidad del consumidor. El efecto es, pues, en gran parte imprevisible y al tomar yajé la persona siempre corre el riesgo de tener visiones extremadamente angustiosas. Este hecho preocupa mucho a los indios quienes, fuera de la combinación de los componentes utilizados, tratan de influir mágicamente sobre los efectos del yajé con el fin de eliminar sus aspectos angustiosos. Existe pues una larga serie de ensalmos y cantos que deben pronunciarse al preparar la bebida. Al recitar un ensalmo sobre los tallos de yajé, se emplea generalmente una fórmula de exorcismo que se usa también en la curación de ciertas enfermedades y que se resume esencialmente a la exclamación: *ahpiko suu tooka ai tuúnyeanugukama*, queriendo decir que el componente nocivo se "unta de leche y se unta de *tooka* y se destierra". Los informantes coinciden en afirmar que, tanto la leche (sea materna o sea el zumo blancuzco de ciertas plantas) como también la

*tooka*, una pequeña planta no identificada que tiene un zumo blanco, poseen un marcado carácter seminal. Se trata pues de un acto sexual simbólico, de una inseminación de carácter curativo, después de la cual el peligro queda neutralizado (*Reichel-Dolmatoff*, 1968, pp. 133-142). Al pronunciar esta fórmula sobre los tallos de yajé se elimina el *dehkó-bogá*, la "fuerza del líquido", es decir, en este caso, el componente nocivo de la bebida, que ahora se destierra "a la desembocadura de los ríos".

En teoría, la preparación del yajé es un proceso muy complejo y altamente formalizado, que conlleva una serie de requisitos y restricciones. Los tallos deben ser cortados por los hombres en cierta parte de la selva, a cierta hora del día, y de acuerdo con su posición en el bejuco. En seguida se deben macerar en una canoa de madera, utilizando un pilón pesado, a veces una maza, y los golpes deben efectuarse con un determinado ritmo e intensidad de sonido. Sea dicho aquí que de ningún modo se puede excluir la posibilidad de que los Tukano añaden a la preparación a base de *B. Caapi* algunos ingredientes que, eventualmente, aumentan los efectos del alucinógeno. En una descripción del ritual, obtenida de los Desana, se dice que tanto esta fraternidad como la de los Pira-Tapuyo, añaden a veces una planta llamada *bayapia* y que ésta "nos hace tener náuseas" (*irá ya bayapia arika iritá soyaró ahpaka*). Desafortunadamente carecemos de detalles sobre este aspecto tan interesante.

La maceración de los tallos se efectúa siempre fuera de la casa y es allí mismo donde se añade ahora agua fría y se cuele el líquido en un recipiente especial.

Esta vasija es un objeto ritual de importancia y consiste de un recipiente de cerámica de unos 25 cms. de altura, de cuerpo globular, provisto de una base cilíndrica alta y de dos pequeñas asas en el borde del orificio. Estas agarraderas están perforadas y, pasando por ellas una cuerda, la vasija se puede transportar o colgar. La olla de yajé (*gahpi soró*) debe estar manufacturada por una mujer anciana que, para alisar y pulir las superficies internas y externas, utiliza una piedra especial muy dura, lisa y de color amarillo. Esta piedra la interpretan los Tukano como "un falo que va modelando" la vasija que es un receptáculo uterino. En efecto, la olla de yajé representa para los indígenas un útero, el vientre de la madre, y es, asimismo, un modelo cósmico de transformación y gestación. El exterior lleva, sobre el fondo oscuro natural, una serie de pinturas policromas en blanco, amarillo y rojo, los dos primeros colores representando el principio de la fertilización y el último la fecundidad. Sobre la base cilíndrica se pinta a veces una vagina y el clítoris, representándose así la "puerta". Cuando la olla de yajé no está en uso, se guarda suspendida de una vara afuera de la casa, debajo del techo sobresaliente, pero cuando se prepara el yajé, la vasija se limpia

de polvo y, eventualmente, se retoca la pintura. Antes de usarla, la olla debe purificarse con humo de tabaco, lo mismo como la varita con la cual se rebullirá la bebida antes de consumirla. Al llenarla ahora con el líquido, un hombre la lleva al interior de la casa y la coloca en un lugar oscuro. Desde luego, todo esto sería la conducta ideal, promulgada en mitos y narraciones que explican las normas rituales pero, en realidad, la preparación se efectúa a veces con un mínimo de manifestaciones rituales.

Tratándose del consumo colectivo de la bebida alucinógena, el procedimiento es, a grandes rasgos, el siguiente, basándonos aquí en nuestras propias observaciones: los hombres, adornados y pintados, se sientan en sus banquitos, de espaldas a la puerta de entrada. Al caer la noche, se enciende una gran antorcha de brea, colocada aproximadamente en el centro de la casa y que despidе una luz intensamente roja. Entre los representantes de la casa y los de la fraternidad exogámica que se invitó para el evento, se desarrolla ahora un largo diálogo ceremonial. Se recita el Mito de la Creación y las genealogías de las fraternidades. Con la vara fálica que, por una pequeña cámara sonora, sirve de sonajera, se conmemora el origen de la humanidad y luego ya se tocan diversos instrumentos musicales, tales como flautas de Pan y silbatos. Los bailes que se inician ahora están acompañados de cantos y los hombres marcan el compás con grandes bastones tubulares cuyos extremos inferiores se golpean contra el suelo. Además ellos llevan sonajeras de semillas en los tobillos y en los codos. Un instrumento musical consiste de una caparazón de tortuga que, en el extremo del plastrón, lleva un cuerpo de cera; manteniendo el caparazón bajo el brazo izquierdo se fricciona la cera con la mano derecha, produciéndose un sonido rápido, parecido al croar de un sapo.

Cada repartición de yajé se anuncia por un toque de trompeta, instrumento manufacturado de cerámica y decorado con pinturas policromas. El jefe de la casa, delante del cual está colocada en el suelo la vasija, rebulle el líquido con una pequeña vara, haciendo un ruido seco como una matraca y llena dos pequeños calabacitos (*gahpí kóá*) con la bebida, brindándolos a los hombres y canturreando en voz rápida: *ma-ma-ma-ma-ma-ma-ma* ("¡toma!"). Caminando frente a la hilera de hombres sentados, les ofrece a cada uno una copa y regresa cada vez a su puesto para llenar los calabacitos nuevamente. Según el ritual, el repartidor de la bebida debe acercarse desde "abajo", el otro extremo de la casa, y "subir" hacia los asistentes, caminando con pasos rápidos; súbitamente debe agacharse y pisar duro con un pie, posición ritual que se designa como *gubúro moári* (pie-hacer). Otras veces, al agacharse así, sólo levanta un pie, lo que se designa como *yurimeneri*. Otros gestos rituales son los siguientes: la persona que bebe el líquido hace ademanes de disgusto, tuerce la boca y luego escupe exagerada-

mente, dando a entender que tiene que dominarse mucho para pasar la bebida. A veces, el hombre que reparte la bebida, golpea rápido los brazos doblados contra el tronco, produciendo un sonido sordo que se acompaña con la exclamación: *tsavé*, demostrando alegría y actividad.

Generalmente se reparte unas seis a ocho copitas de la bebida, en intervalos de aproximadamente una hora. Entre las reparticiones se canta, se baila y se charla. Sea dicho que en estos bailes de los hombres no se observan movimientos pélvicos u otros gestos alusivos al sexo. Es importante anotar aquí que, al aumentar los efectos del yajé, aumenta asimismo la precisión de los pasos de los bailarines. El ritmo general y los movimientos individuales se coordinan más y más, y con el tiempo los bailarines parecen formar un solo cuerpo que se mueve en un ritmo sumamente controlado y preciso. Con frecuencia un hombre toma una vara o maza y, asumiendo una posición ritualizada de desafío, exclama: "¡Así ensartaría yo la cabeza de mi enemigo!". Este tema se elabora a veces y los hombres se levantan y gesticulan violentamente. Otra actitud ritualizada consiste en lanzar insultos hacia la olla de yajé. Los hombres gritan: "¡Voy a beber tu contenido pero luego te voy a dar un puntapié! ¡Cuando estés vacía, voy a orinar sobre ti! ¡Te voy a llenar de excrementos!". Los hombres se dirigen a la olla como a un ser femenino que los desafía, que ofrece un peligro que ellos están dispuestos a enfrentar.

Las alucinaciones se designan con el término genérico de *gahpí gohóri*/ yajé-figuras<sup>5</sup>. Según los informantes, la palabra *gohóri* se deriva de *gohsisé*/ reflejo, aureola; *gohóri* es "algo que se ve" pero se añade que no es tangible ni tampoco imaginario; es una proyección. Los indígenas dicen que el orden de las alucinaciones es fijo y que ciertas imágenes se ven sólo después de la tercera copa, la cuarta copa, y así sucesivamente. También enfatizan que, para obtener alucinaciones nítidas y agradables, es necesaria la abstinencia sexual y una dieta muy liviana durante los días precedentes, y durante la ceremonia se considera muy necesario entrar en sudor y participar con actividad en los bailes.

En toda la ceremonia hay un elemento rítmico, cíclico; un concepto de actos o encuentros. Se toca la trompeta, se ingiere la bebida, y en seguida se baila. Luego viene un breve descanso y aparecen las alucinaciones. Hasta que nuevamente se toca la trompeta y se repite el proceso. En cada *encuentro*, para decir así, la persona no sabe anticipadamente qué ocurrirá: algunos ven colores y formas confusas; otros ven toda una escena mitológica; otros vomitan y no ven nada. Hay un aspecto de azar, una expectativa intensa que domina a los hombres.

En ocasiones un viejo o un hombre con atributos chamanísticos, habla en voz alta y explica las alucinaciones, como si todos vieran exactamente lo mismo. Dice, por ejemplo: "Este temblor que se

siente son los vientos de la Vía Láctea" o "Aquel color rojo es el Dueño de los Animales".

En la oscuridad del otro extremo de la casa están sentadas las mujeres. Su función consiste en animar a los hombres lanzando de vez en cuando una aguda risa o exclamando palabras de desafío y de desprecio para los "cobardes" que siguen vomitando o que, eventualmente, rechazan la bebida. Frecuentemente los hombres lanzan entonces gritos, exclamando: "¡*nuri-mahsá!*" (gente de cohabitar) o "¡*koré-mahsá!*" (gente-vagina), pero estas exclamaciones no se dirigen a mujeres individuales, ni a las mujeres presentes en la maloca, sino, de un modo impersonal, al elemento femenino de las fratrías con las cuales existe una relación exogámica<sup>6</sup>.

La estricta ritualización arriba descrita no se observa, desde luego, en todos los casos. A veces son unos pocos hombres que se reúnen a tomar yajé, canturreando y charlando en un rincón, y aun durante ceremonias importantes se suprimen en ocasiones algunos detalles de gestos o palabras ritualizadas.

#### *El Contexto Simbólico.*

La razón objetiva por la cual un individuo o un grupo humano consume habitualmente un alucinógeno es, desde luego, de máximo interés para la antropología. ¿Se trata de una huida de la realidad? ¿De un rito religioso? ¿De una experiencia filosófica a través de la cual se pretende lograr un estado de sublimación, de equilibrio, de integración? ¿O es que se sondea una nueva dimensión vivencial de otra "realidad"; o se busca una experiencia dionisiaca, orgiástica? De todos modos, la contestación a la pregunta de por qué se consume un alucinógeno, nos llevará a dimensiones muy profundas y muy complejas de los mecanismos psico-culturales del grupo en cuestión y descubrirá motivaciones íntimas y encubiertas que sólo raras veces se manifiestan en otros aspectos de la conducta social.

Según dicen los Tukano del Vaupés, el objetivo de tomar yajé es regresar al útero, a la *fons et origo* de todas las cosas, donde la persona "ve" ahora las divinidades tribales, la creación del Universo y de la Humanidad, la primera pareja; la creación de los animales, y el establecimiento del orden social, sobre todo con referencia a la ley exogámica. Durante el ritual, la persona entra por la "puerta" de la vagina pintada en la base de la vasija y, en el interior del recipiente, se une con el mundo mítico de la Creación. Por cierto, este dibujo en la vasija se designa como *gorosíri*/ lugar de origen, útero, o también, lo que es muy significativo, lugar de regreso, lugar de la muerte. Este retorno al útero es también una aceleración del tiempo y equivale a la muerte. Según el decir de los indios, la persona "muere" pero revive luego en un estado de sabiduría porque, al despertarse

del trance, el individuo queda ahora confirmado de la verdad de su sistema religioso, pues ha visto con sus propios ojos las personificaciones y escenas míticas.

Por otro lado, el retorno a la matriz es un acto incestuoso ya que la persona se identifica con un falo que penetra al seno materno donde ahora pasa de un estado embrionario a un estado de renacimiento. Esta transformación que se efectúa durante las alucinaciones, se considera ser un proceso extremadamente peligroso porque no todos saben concebirlo como una purificación en la cual la persona debe despojarse de todo lo corporal terrestre; algunos siguen manteniendo nexos con el mundo profano y, al penetrar ahora al mundo sagrado, sufren las consecuencias aterradoras de un acto insólito.

Según los Tukano, después de una fase inicial de luminosidad indefinida, de formas y colores en movimiento, la escena se aclara y se definen detalles significativos. Se ve la Vía Láctea y el reflejo lejano fertilizador del sol; se ve la primera mujer surgir de las aguas del río y formarse la primera pareja de ancestros. Se ve al dueño sobrenatural de los animales de la selva y de las aguas; los prototipos gigantescos de los animales de presa; el origen de las plantas, de la vida en sí. También aparecen los principios del Mal; los jaguares y las culebras, los representantes de las enfermedades y de los espíritus de la selva que acechan al cazador solitario. Al mismo tiempo se oyen sus voces, se percibe la música de la época mítica y se ven los ancestros bailando al amanecer de la Creación. Se ve el origen de los adornos de baile, de las coronas de plumas, de collares, brazaletes e instrumentos musicales. Se ve la división en fratrías y las flautas de *yuruparí* promulgan la ley de la exogamia. Y detrás de estas visiones se abren nuevas "puertas" y por sus aberturas se vislumbran otras dimensiones, aún más profundas. Se traspasan los niveles cósmicos hasta percibir, cada vez más fuerte, la energía fertilizadora del sol, en un ambiente de luz amarilla<sup>7</sup>. Por cierto, mientras que se distinguen claramente las personificaciones masculinas y los animales de la selva, las personificaciones femeninas y los peces sólo aparecen bajo formas simbólicas.

Pero no todo se ve en una sola alucinación, ni tampoco todas las veces.

Ocasionalmente el individuo despierta de su trance en un estado de gran calma y de profunda satisfacción; otras veces apenas pudo captar visiones parciales, imágenes fugaces e inquietantes, difíciles de interpretar. Y otras veces aun la persona queda abrumada por la pesadilla de las fauces de los jaguares o por la amenaza de las culebras que se acercan mientras que él, paralizado de terror, siente cómo sus fríos cuerpos se van enroscando alrededor de sus extremidades.

La experiencia alucinatoria es, para el indígena, esencialmente una experiencia sexual. Sublimarla y pasar de lo erótico, sensual, a una unión mística

con la etapa mítica, la etapa intra-uterina, es el objetivo final que es logrado por algunos pero anhelado por todos. La expresión más diciente de este objetivo la encontramos en las palabras de un indígena, educado por los misioneros, quien dijo: "Tomar yajé es un coito espiritual; es la comunión espiritual, como dicen los curas".

La interpretación de estas ideaciones pertenece al campo de la psicología y psiquiatría. Para el antropólogo, lo más interesante es la observación siguiente: los indígenas afirman que todo lo que nosotros designaríamos con el término de *arte*, está inspirado y basado en la experiencia alucinadora. Debemos elaborar esta idea que, desde luego, es de un interés muy grande y plantea un problema sorprendente.

Los Tukano, por lo menos aquellos grupos que aún viven en relativo aislamiento, cubren a veces la parte frontal de sus casas con grandes dibujos, geométricos o figurativos, ejecutados con colores minerales sobre la pared hecha de corteza. Al preguntarles por el significado de estas pinturas, contestaron simplemente: "Eso lo vemos cuando tomamos yajé; son *gahpi gohóri*/ figuras de yajé". Ahora bien: la misma contestación la recibimos al preguntar por otras expresiones artísticas, como lo son los ornamentos que se usan para adornar los utensilios. Estos objetos decorados son, principalmente, los siguientes: cerámica, telas de corteza, banquitos, calabazas, maracas, trompetas, bastones sonoros de baile.

Al examinar en detalle estos objetos se nota inmediatamente que ciertos motivos decorativos se repiten consistentemente. Encontramos, por ejemplo, el mismo motivo pintado en la pared de una casa, luego inciso en una maraca y luego también adornando un taparrabo de tela de corteza. Son elementos decorativos que coinciden, que forman series y que se combinan luego con otros, creando así un estilo de arte que es característico de los Tukano. Al observar nuestro interés en estos motivos decorativos, los indígenas explican, de la manera más natural, que se trata simplemente de motivos que ellos han visto en sus alucinaciones de yajé<sup>8</sup>.

Pero yendo más allá obtuvimos resultados todavía más sorprendentes que debemos describir aquí en detalle. Es prácticamente una rutina que el etnólogo ofrezca al grupo que estudia algunos lápices o pinturas, y les invite a dibujar cualquier cosa que se les ocurra. De este modo se pueden obtener algunos dibujos, más o menos bien logrados, que muestran eventualmente, una casita, una tortuga o un pez. Muchas de estas muestras de "arte primitivo" se han publicado pero, en el fondo, no se pueden considerar como representativas de una expresión artística creativa y propia, porque no dejan de ser meras réplicas de un modelo real, que se manufacturan según la habilidad manual del dibujante. En el curso de nuestras investigaciones sobre el yajé, pedimos de los indígenas que hicieran dibujos de sus alucinacio-

nes y, en efecto, obtuvimos sin dificultad una larga serie de dibujos. Ofrecimos a los hombres una escogencia de doce lápices de colores y hojas de papel blanco, de 28 x 22 cms., armados sobre una tablilla de madera. Todos eran hombres adultos que con frecuencia tomaban yajé; eran indígenas no aculturados, que no vivían en contacto con la civilización, y ninguno de ellos hablaba español. Los hombres se dedicaron con gran interés y concentración a esta tarea y gastaron de una a dos horas para terminar cada dibujo. Algunos de ellos manufacturaron en seguida sus propios utensilios de dibujo, empleando para ello espartos y finas cuerdas de fibras, a saber: una regla larga, una más corta, una regla con filo ondulado, un semicírculo y un círculo. Los modelos para hacer estas pequeñas herramientas eran otras mucho más grandes, que utilizan para pintar las paredes de las malocas. Para mis dibujos, primero trazaron un marco rectangular y dividieron luego el espacio en sectores convenientes. Muchas veces, antes de dibujar un motivo en el papel, lo trazaron primero en el polvo del piso, mirando luego este modelo al copiarlo en la hoja. Los colores que se escogieron espontáneamente eran exclusivamente rojo, amarillo y azul, y sólo muy raras veces se añadió un color carmelita. Causó comentarios que no había escogencia de varias tonalidades de los colores, ya que los Tukano distinguen en gran detalle entre amarillo claro, amarillo anaranjado, amarillo rojizo, etc. y evidentemente hubieran preferido hacer los dibujos utilizando una gama más amplia de cada uno de los colores básicos. Al terminarse cada dibujo, grabamos en cinta magnetofónica la explicación que cada artista daba de su obra, consistiendo ésta, a veces, en algunos comentarios muy lacónicos, a veces en largas y detalladas elaboraciones verbales.

Después de haber obtenido una pequeña serie de dibujos, notamos que en ellos se repetían consistentemente ciertos motivos. Preparamos luego una serie de tarjetas numeradas, dibujando en cada una un motivo, entresacado y copiado de los dibujos grandes. Al mostrar ahora estas tarjetas a un gran número de hombres que no habían hecho dibujos para nosotros, solicitando su interpretación, pudimos observar que en la mayoría de los casos ésta coincidía y pudimos constatar así que estos motivos estaban codificados, teniendo el valor fijo de signos ideográficos. Al mismo tiempo observamos que la interpretación de estos signos hacía referencia, en muchos casos, a aspectos de fisiología sexual y, en relación con ésta, a la ley de exogamia.

Los motivos así aislados pueden agruparse de la manera siguiente:

1. Organó masculino.
2. Organó femenino.
3. Utero fertilizado.
4. Utero como pasaje.
5. Gotas de semen.

6. Anaconda-canoa.
7. Fratría.
8. Grupo de fraternías.
9. Descendencia.
10. Incesto.
11. Exogamia.
12. Caja de adornos.
13. Vía Láctea.

14. Arco Iris.
15. Sol.
16. Crecimiento vegetal.
17. Pensamiento.
18. Bancos.
19. Maracas.
20. Horqueta de tabaco.

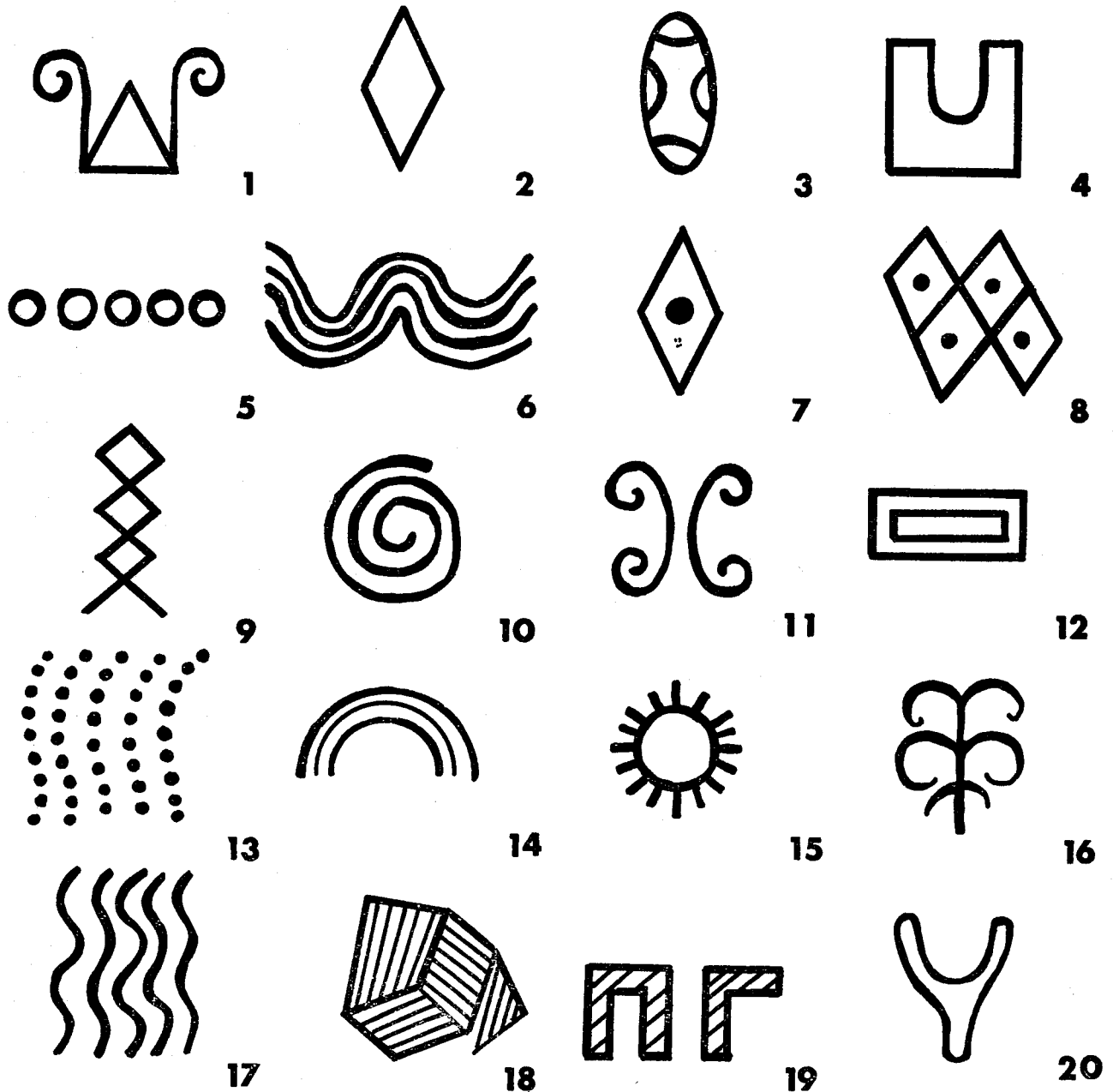


FIGURA 1. Motivos codificados de los Tukano.

Antes de entrar a la discusión de los motivos individuales, cabe decir algunas palabras sobre el simbolismo de colores de los Tukano. Los colores amarillo y blancuzco simbolizan un concepto seminal y están siempre asociados con la idea de fertilización masculina o solar. Las diversas tonalidades representan entonces diferentes grados de intensidad de esta energía fertilizadora y es un tono amarillo anaranjado el grado más alto. Estos colores amarillos y blancuzcos son propios de mu-

chas materias que tienen, para los Tukano, un carácter marcadamente seminal y que, simbólicamente, son equivalentes del *semen virile*: saliva, rocío, el zumo de ciertas plantas, el componente gelatinoso de ciertas frutas, el almidón de yuca, el algodón, la miel de abejas, los rayos del sol y otros fenómenos más. El color rojo, en cambio, significa el principio complementario opuesto pues simboliza la fecundidad femenina. Es el color del útero, del fuego, del calor. Estos dos grupos de

colores, el uno "frío" y el otro "caliente", el uno masculino y el otro femenino, son esencialmente benéficos. El tercer color fundamental es azul. El color azul es sexualmente neutral y moralmente ambiguo: simboliza ante todo un principio de comunicación expresado por el pensamiento, el humo de tabaco que se fuma ritualmente, y por los cantos y ensalmos. Ya que la comunicación puede tener motivaciones o resultados tanto benéficos como maléficos, el color azul puede ser bueno o malo, y su carácter depende en cierto grado de su combinación significativa con otros colores. Por ejemplo, si se encuentran asociados los colores amarillo y rojo, se trata de un principio benéfico, de relación complementaria y recíproca. Pero al asociarse el color rojo con el color azul, aparece un componente de oposición que, aunque bien puede estar institucionalizado, como en el caso de dos fraternidades exogámicas, también puede simbolizar un principio de lucha en la cual el componente "malo" trata de imponerse sobre el "bueno". Los detalles de este sistema simbólico han sido tratados en otra parte (*Reichel-Dolmatoff, 1968*) y basta pues aquí con lo arriba expuesto.

Mencionaremos ahora algunos de los motivos codificados cuya lista hemos dado arriba. En la Figura hemos representado, de un modo muy esquemático, estos motivos y se trata, en cada caso, del mero esbozo del motivo que, al ser dibujado por el indígena, se elabora luego en detalle. Por ejemplo, las líneas principales pueden ser dobles o triples; pueden tener pequeñas ramificaciones y trazarse en diferentes colores. Asimismo, el tamaño es muy variable. Esta elaboración depende pues del artista individual y aquí damos apenas el esquema básico, pero inconfundible de cada motivo.

1. El órgano masculino se indica por un triángulo acompañado de cada lado por una línea vertical que termina en una voluta. Este signo se llama *vahsú*, nombre que se da a la fruta del árbol de caucho (*Hevea pauciflora* var. *coriacea*). Esta fruta es comestible y representa, durante la estación de las lluvias, un alimento predilecto aunque no siempre accesible. Se le atribuye un marcado carácter seminal, tanto por el latex del árbol como por la masa gelatinosa que cubre las frutas y ambos se asocian con el semen.

2. El órgano femenino (*koré*) se representa por un rombo. Si se añade en el centro un pequeño círculo, significa la fertilización.

3. Una elipse u óvalo que contiene varios círculos o semi-círculos, representa un útero fertilizado.

4. Este elemento en forma de U representa la entrada al útero y, en un sentido transferido, una "puerta" o el "cielo". Indica la ruptura de un nivel cósmico y el tránsito a otra dimensión de la percepción. El motivo debe verse como un marco que encierra una cavidad, de manera que el pequeño cuerpo vertical del centro representa el clítoris.

5. Las hileras de círculos o de puntos redondos simbolizan el *semen virile*; en un sentido transferido pueden simbolizar una descendencia o la vida en sí.

6. Varias líneas onduladas paralelas, dibujadas en sentido horizontal y en diferentes colores, representan la Anaconda-Canoa en la cual llegó la humanidad.

7. Un rombo con punto central representa una fraternidad. Según el color del punto, rojo o azul, se trata de "nuestra gente" o de "otra gente".

8. Un grupo de rombos, en rojo y azul, y con puntos centrales del color opuesto, representa la oposición de un grupo de fraternidades exogámicas.

9. Una hilera vertical de rombos, a veces simplificada en forma de línea en zig-zag, representa una descendencia, un concepto de fecundidad y de continuidad social.

10. Una espiral simboliza el incesto y representa las mujeres prohibidas. Es el signo del *yuruparí*. Se dice que este motivo se deriva de la impresión que una flauta de *yuruparí* deja al ponerla boca abajo en el suelo. En efecto, estas flautas consisten de un tubo de corteza que se enrolla en espiral. Por asociación, se compara con un caracol de tierra.

11. Este motivo, parecido a una flor de lis, simboliza la exogamia, las mujeres permitidas. Se dice derivarse del aspecto de dos trampas de pescado puestas de espaldas. Estas trampas, que están tejidas de espartos, tienen un carácter sexual y se comparan con una vagina en la cual entran los peces que, en este caso, tienen un carácter fálico.

12. Dos o más rectángulos concéntricos simbolizan una caja con adornos de bailes, es decir un elemento uterino.

13. Hileras verticales de pequeños puntos representan la Vía Láctea.

14. Semicírculos paralelos son la representación del Arco Iris el cual simboliza una vagina.

15. Este motivo representa al sol, como principio de fertilidad. Cuando se trata de varios círculos concéntricos, puede también simbolizar una vagina.

16. Esta estilización simboliza el crecimiento vegetal en lo general.

17. Las líneas onduladas que se extienden en sentido vertical simbolizan el pensamiento creativo y, a veces, la energía del mismo creador solar.

18. Pequeños rectángulos que contienen cortas líneas paralelas simbolizan los banquitos de madera de los hombres, que se adornan de esta manera. En ocasiones estos bancos tienen un carácter ritual.

19. Este motivo representa las maracas y, por extensión, los cantos y ensalmos que se acompañan con el tintineo de estos instrumentos.

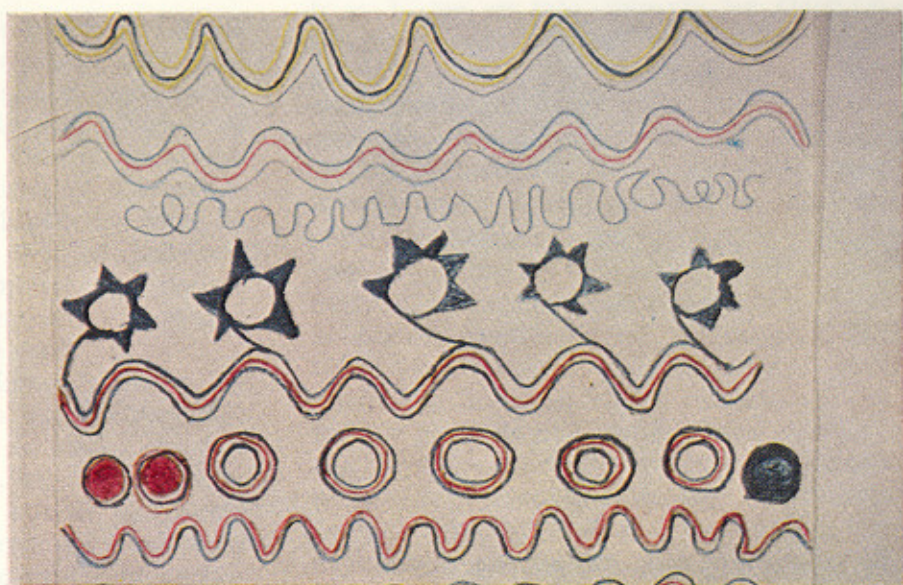


Dibujos de los indios Tukano  
del Pirá - paraná (Vaupés).

Estos dibujos representan  
imágenes alucinatorias produ-  
cidas por la ingestión de yajé.



Dibujos de los indios Tukano del Pirá - paraná (Vaupés).



Estos dibujos representan imágenes alucinatorias producidas por la ingestión de yajé.

20. El motivo bifurcado representa la horqueta de madera en la cual se coloca el cigarro que se fuma ritualmente. También tiene un marcado carácter sexual.

Esta serie de veinte signos podría eventualmente aumentarse pues existen varios otros motivos que parecen tener un sentido ideográfico, pero esta muestra es suficiente para plantear el problema. Por cierto, fuera de los motivos arriba descritos existen representaciones de hombres y de animales, más o menos estilizadas, así como de flores y frutas. También los dibujos contienen líneas, manchas de colores o motivos mal definidos que no parecen tener un significado preciso; son simplemente "cosas que se ven".

Ahora bien: ¿Cómo explicaríamos la afirmación de los indígenas que, durante las alucinaciones, todos los participantes, o por lo menos, muchos de ellos, "ven" o, mejor dicho, perciben, los mismos motivos básicos? ¿Sería posible que cierto componente del alucinógeno produzca visiones de un mismo tipo, de una misma constelación de formas y colores, que son percibidos de un modo similar por diferentes individuos? Nuestros informantes dicen que los motivos arriba descritos aparecen ante todo en una fase inicial de la alucinación y que, en fases posteriores, se ven más bien escenas míticas, figuras de hombres y animales, pero ya no tan estilizadas y nítidas como las visiones de la primera fase.

En primer lugar, es evidente que en la interpretación que hace el indígena de sus alucinaciones, se operan procesos de proyección y de *feedback*, de experiencias culturales previas, es decir, de una memoria visual y circunstancial. El individuo ha visto, desde su infancia, dos categorías de modelos, a saber, los que ofrece la naturaleza y los que están representados por artefactos humanos. Los modelos que ofrece el medioambiente físico son: la vegetación de la selva pluvial amazónica, los ríos, las playas de arena, las nubes, flores, frutas, mariposas y algunas aves. En la interpretación de las alucinaciones, las flores y frutas figuran con frecuencia y se habla de pétalos, bejucos, ramas, racimos y otras formas vegetales; también se mencionan ciertas aves y, desde luego, fenómenos tales como los astros, el Arco Iris, la Vía Láctea y otros más. También hay que tener en cuenta que, en la semioscuridad de la selva, los vivos colores de un jaguar son muy llamativos y que muchas culebras tienen un colorido muy fuerte. Por otro lado están los objetos manufacturados. Desde su primera infancia el individuo ha visto los motivos decorativos en la cerámica, en las cortezas pintadas o en las casas adornadas con grandes dibujos, y su significado le ha sido explicado. Los adolescentes que aún no han tomado yajé, ya tienen un vago conocimiento de los signos más comunes: masculino, femenino, incesto, exogamia. Se puede pensar entonces que, en un estado de alucinación, la persona proyecta su memoria cultural visual sobre

el confuso telón de colores y formas y "ve" entonces ciertos motivos y personajes. Las alucinaciones individuales no forman, entre los Tukano, un aspecto íntimo, secreto, sino se discuten libremente y, lo que es más, durante las alucinaciones ocurre que una persona describa sus visiones y pregunte a otra por su significado. Esta libre comunicación de experiencias podría llevar a un consenso, a una fijación de ciertas imágenes, y de esta manera, cualquiera que sea la visión, su interpretación se adaptaría a un modelo cultural.

Pero en segundo lugar, se podría pensar también en que ciertas imágenes o motivos sean producidos, de un modo más o menos constante, por la acción bioquímica del alucinógeno. Motivos tales como aureolas, estrellas, círculos o puntos luminosos, líneas onduladas multicolores parecen formar parte de una amplia gama de alucinaciones, no exclusivamente creadas por la ingestión de *B. Caapi* sino también por otras drogas, y podrían constituir así una base común para la experiencia alucinadora. Las pinturas o dibujos efectuados por individuos bajo la influencia de LSD, mescalina, peyote u otras drogas, frecuentemente tienen ciertos elementos en común que difícilmente podrían derivarse únicamente de experiencias culturales comunes de los artistas. Hay un elemento de ritmo, de pulsación, que más bien parece estar causado por una base orgánica y no por una memoria visual culturalmente determinada.

El problema se vuelve más complejo si lo consideramos desde el punto de vista de la inspiración artística. Es sorprendente observar que muchos de los motivos tratados arriba aparecen con frecuencia en los petroglifos y pictografías de la región y aún mucho más allá de sus límites<sup>9</sup>. Tampoco sería difícil encontrar paralelas para estos motivos en otras manifestaciones prehistóricas como, por ejemplo, en la decoración de cerámicas o en las tallas de piedra de antiguas culturas indígenas. Se podría opinar que se trata de motivos tan elementales que ellos pueden surgir independientemente en cualquier lugar o época; son círculos, rombos, puntos, espirales, y poco más. ¿Pero son verdaderamente tan elementales? Sería difícil querer afirmar que el signo de la "puerta" o el de la exogamia sean formas básicas. Más bien sería posible pensar en grandes zonas culturales donde, desde tiempos inmemoriales, se consumía cierto alucinógeno y se formaba, a base de él, una interpretación tradicional que así creó un verdadero estilo artístico. ¿Podría entonces la arqueología guiarnos hacia una zonificación de tales sistemas simbólicos? Suponiendo que el uso de alucinógenos en América indígena es muy antiguo y, generalmente, relacionado con la esfera mágico-religiosa, también se puede suponer que los objetos de uso ceremonial fueron manufacturados y decorados por especialistas o, por lo menos, por personas que compartían el simbolismo religioso de su cultura.

Es de destacado interés tener aquí en cuenta los llamados *fosfenas*, aquellas imágenes subjetivas que aparecen en nuestro campo de visión en la obscuridad o la penumbra, independientemente de una luz externa y que, al originarse en el ojo y el cerebro, constituyen un fenómeno perceptual que es propio de todos los seres humanos (Oster, 1970). Los fosfenas pueden producirse espontáneamente o por estímulos tales como impulsos eléctricos o drogas alucinógenas y, en el último caso, ha sido observado experimentalmente que frecuentemente los fosfenas forman motivos abstractos. En efecto, Max Knoll, trabajando con un grupo de 1.000 individuos, logró establecer una serie de quince fosfenas que en buena parte son idénticos a los motivos codificados de los Tukano. (Fig. según Oster, 1970).

Pero debemos distinguir entre forma y significado. Se nos plantea entonces el problema de por

naciones, imágenes de jaguares y serpientes. Ambos animales o, mejor dicho, grupos de animales, —pues se trata de felinos y reptiles en general—, aparecen no solamente bajo su aspecto amenazante sino muchas veces también como seres inofensivos y aun benéficos al hombre. La ambivalencia del valor simbólico de estos animales dificulta su interpretación pero, de todos modos hay que saber que, entre los Tukano y otras tribus colombianas, el jaguar y la culebra representan a veces principios de fertilidad y protección, es decir, no aparecen de ningún modo sólo bajo un aspecto negativo y peligroso. Es de interés recordar entonces que felinos y reptiles siempre han desempeñado un papel central en las religiones aborígenes de América, tanto en las altas civilizaciones como en los grupos escasamente desarrollados. La importancia simbólica de estos animales se remonta a épocas prehistóricas muy antiguas (se-

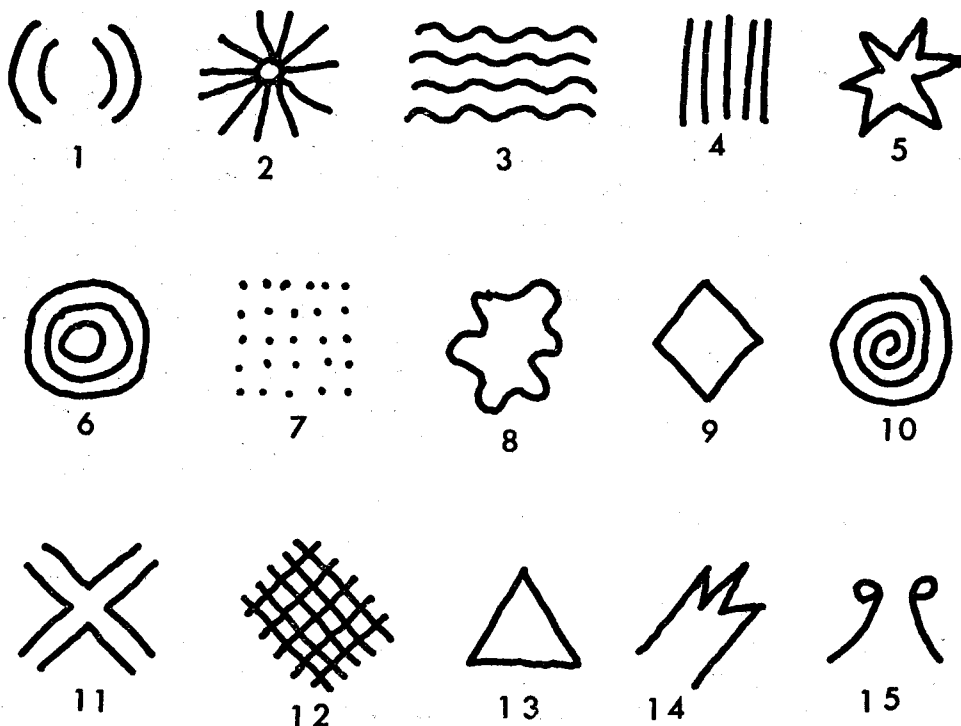


FIGURA 2. Motivos basados en fosfenas, según Max Knoll.

qué los motivos de las alucinaciones de los Tukano se interpretan ante todo en términos de incesto y de exogamia. La alucinación, ciertamente no induce sólo a la proyección de formas vistas o supuestas sino también, y tal vez en un grado más intenso aún, a la proyección de conflictos psicológicos latentes en la cultura. El problema del incesto preocupa profundamente a los Tukano y, como en tantas otras sociedades, ha tenido entre ellos una gran elaboración en forma de reglas exogámicas que, desde luego, van mucho más allá del estrecho marco biológico. En buena parte la mitología y el ritual giran alrededor de estos temas y conflictos a los cuales se busca una solución. El retorno al útero es entonces una forma de aliviar la tensión.

Por último cabe añadir algunas observaciones sobre la frecuencia con que aparecen, en las aluci-

gundo milenio a. de C.) y se continúa aún en la actualidad, en las religiones chamanísticas de muchos grupos indígenas. Si las imágenes de estos animales se relacionan tal vez con el núcleo de conflictos referentes al tema del incesto y de la exogamia, sería una pregunta para los psicólogos.

Al terminar nuestras observaciones sobre el contexto cultural dentro del cual se usa la *B. Caapi* por parte de los indios Tukano del Vaupés, nos queda por enfatizar que este campo de investigación merece ocupar una alta prioridad. Los procesos de aculturación avanzan inexorablemente y modifican no solamente las culturas indígenas sino también al mundo vegetal. Los conocimientos milenarios que el indígena tiene de las propiedades de muchas plantas son de un valor extraordinario para nosotros, pero se están perdiendo bajo la avalancha de la aculturación acelerada. A los an-

tropólogos, bioquímicos, farmacólogos y psicólogos espera aún un amplio campo de investigación que debería aprovecharse antes de que sea demasiado tarde. Ante la popularización mundial actual del uso de alucinógenos es de gran trascendencia investigar interdisciplinariamente y en un contexto trans-cultural, no sólo motivaciones sino efectos

psico-biológicos de estas sustancias. Si no se logra obtener este material comparativo de las culturas primitivas y en vía de desaparecer, la humanidad habrá perdido parte importante del marco de referencia para permitirse opinar acertadamente sobre el uso de alucinógenos en las culturas avanzadas.

## NOTAS

- <sup>1</sup> Debo mis agradecimientos a la Universidad de los Andes que, en 1967 y 1968, patrocinó mis investigaciones. Al doctor Roberto Galán Ponce, del Departamento de Biología de la Universidad de los Andes, agradezco muy sinceramente por haber leído y comentado el manuscrito del presente trabajo. Desde luego, la responsabilidad por las ideas aquí expresadas es exclusivamente del autor.
- <sup>2</sup> Para los detalles de la interpretación véase Reichel-Dolmatoff, 1968.
- <sup>3</sup> El mito del origen del yajé ejemplifica un ciclo de mitos de gran distribución, en los cuales se trata de un sacrificio sangriento en el que participa un grupo de hombres y del cual se deriva luego un beneficio para la humanidad. Compárese, por ejemplo, con el mito de Dioniso.
- <sup>4</sup> *Tooka* o *too* es una pequeña planta no identificada que juega un papel muy importante en el simbolismo seminal de los Tukano. *Duhtú* es

- una especie de *Xanthosoma*; *puu*/hoja; el sufijo *da* expresa la idea de sarta, bejuco, hilo.
- <sup>5</sup> Los motivos simétricos de la fase inicial de las alucinaciones se designan a veces como *too-puri*; de *too*/ planta, *puu*/ hoja, *ri*/ plural, es decir "ramitas, hojas". También se usa la expresión *toondári*/ racimos.
- <sup>6</sup> Algunos informantes dicen que, en raras ocasiones, una mujer anciana también puede tomar yajé, pero no pudimos confirmar este dato.
- <sup>7</sup> Dice un informante: "El hombre necesitaba la comunicación sobrenatural y por eso buscó el yajé" (*igú duharagu irikoa amari arimi gahpi koapure*).
- <sup>8</sup> Por cierto, los indígenas afirman que no se trata sólo de alucinaciones visuales, sino que también oyen música y ven bailes. Dicen que tanto sus bailes actuales como su música, vocal e instrumental, se basan en las alucinaciones.
- <sup>9</sup> Reichel-Dolmatoff, 1967.

## APENDICE I

El texto de Rocha dice así: "El *yagé* es un bejuco o arbustillo que los indios no dejan ver de los blancos y que, por consiguiente, no conozco. Lo preparan para bebida cociéndolo toda una noche y cuando tiene ya la apariencia de miel espesa, está en sazón para gustarlo. Atenúan sus efectos al administrarlo sólo como purgante, mezclándolo con otros vegetales, principalmente la yerba que llaman *chiripanga* que tampoco conozco. El uso de *yagé* no está exento de peligros" (Rocha, 1905, p. 45).

Sobre los efectos dice lo siguiente: "...hacen uso de vez en cuando de una bebida particular por los efectos que produce, bebida que toman, o bien como purgante... o para provocar delirio, en sus principios agradabilísimo... y al cabo horrible, pero en medio del cual tienen ellos a lo que creen, clara visión del porvenir y la facultad adivinativa que les hace conocer quiénes son sus enemigos, qué asechanzas están forjando éstos y cuáles son los medios de combatirlos, cuáles los otros riesgos y peligros a que pueden hallarse expuestos; dónde los lugares en que encontrarán caza y las partes del río más abundantes en pesca; de qué color ha-

brán de ser las cintas de la playa más ricas en oro y dónde están situados los veneros del metal precioso. El delirio en sus principios es todo esplendores, sensaciones gratisimas, goces de empíreo. Varios blancos que han tomado el *yagé*, me han referido sus visiones, supremamente bellas, pero diferentes de acuerdo con los diversos gustos, ambiciones y apetitos. A su decir, la exaltada imaginación del más ardiente poeta no podría idear, ni expresar la lengua más elocuente, lo que son en toda su magnificencia esos ensueños en los dos o tres primeros cuartos de hora que se siguen a la libación del magnífico licor. La vista se recrea entonces sobre verdes llanuras, bajo cielo azul con nacaradas nubes; éntrase luego a floridos vergeles donde al alcance de las manos cuelgan de las ramas de los árboles frutas de áureos o rojos colores y de gusto exquisitamente delicado; el oído se goza entre tanto, en música inefable; y al salir de los vergeles, y al son de ésta, en otros verdes cármenes, danzan y cantan deliciosamente bayaderas celestes calzadas con el clásico coturno, elegantes cual las palmeras del desierto; hembras de blancas y sonrosadas carnes; vestidas de rasos,

terciopelos y gasas; desnudos los brazos, la garganta y el mórbido seno, ceñidos aquéllos, esa y el donoso talle con brazaletes, pulseras, collares y cinturones en que brillan deslumbradores diamantes, esmeraldas, zafiros y rubíes; mujeres de mirar que fascina, sonrisa encantadora, boca dulce como la miel, hermosas, en fin, como la esposa del cantar de los cantares. Y terminada la danza, brindan copas de topacio al soñador, postradas ante él, amorosas y sonrientes, olímpico néctar que embarga suavemente el pensamiento. Eso ven unos; otros se sueñan señores poderosos y los reyes; aquéllos deliran dueños de toda las riquezas del universo, quiénes son místicos y ven coros de ángeles y vírgenes y al mismo Jehová sentado sobre encendidas nubes u oculto en la ardiente zarza; cuáles son epicureos y glotones, y se deleitan con gustosos manjares y sabrosas carnes de monte; cabritos asados de rica sazón y provocativo olor; y para terminar, los indios se ven en medio de bosques poblados de caza, dantas y venados que huyen veloces, pero que no se les escapan, porque convertidos los indios mismos en

tigres, corren tras la pieza con velocidad felina, o bien se sienten gustando de blando reposo a la sombra de frondosos árboles . . . pero a las visiones placenteras del *yagé* se sucede con sólo el paréntesis de una corta somnolencia, el delirio de lo horrible. Poseído de éste el *yajófago*, siente violentos dolores, y ebria la mente, trémulos los miembros y vacilante el cuerpo, para no caer, quiere agarrarse de las mismas ramas de los árboles de donde cogió las exquisitas frutas y las ramas se truecan entonces en serpientes que se envuelven en el cuerpo de él y rabiosas le muerden una y otra vez; las bayaderas celestes se convierten en hidras y furias infernales que le azotan; los reyes y emperadores que se humillaban delante de él, en verdugos que le abofetean, le vapulan y le dan de puntapiés; los ángeles y vírgenes que veían los místicos, ceden su puesto a los demonios que los sumergen en calderas de plomo derretido e hirviente, y el Dios bondadoso en Dios justiciero, que airado los entrega a Satanás. . .” (Rocha, 1905, pp. 43 - 45).

## APENDICE II

El protocolo siguiente contiene el relato, grabado en cinta magnetofónica, de mis experiencias después de tomar seis dosis de *yagé* entre los Tukano del Pira-paraná. La bebida se consumió con ocasión de una ceremonia de alianza entre dos fraternías exogámicas. Los tallos se cortaron entre las 3 p. m. y las 4 p. m., en la cercana selva, y constituían, según los indígenas, una mezcla de tres clases de *yagé*: “*yagé* de guamo” (tallos de color carmelito claro, con la superficie algo acanalada y tomados a unos 3 metros de altura del suelo); “*yagé* de mamíferos” (tallos de color carmelita, con manchas claras y de superficie lisa, tomados a 2 metros de altura), y “*yagé* de cabeza” (tallos de color carmelita oscuro, con nudos y protuberancias, tomados a poca distancia del suelo). Estos tres grupos de tallos se obtuvieron de tres matas diferentes que crecían en un diámetro de unos 20 metros pero, por lo que pude observar, se trató de una sola especie botánica. Unos 25 trozos, cada uno de unos 60 cms. de largo y de aproximadamente 1 cm. de diámetro, se maceraron luego durante más de una hora y finalmente se añadieron unos 8 litros de agua. El líquido se pasó por un colador y se guardó en una olla ceremonial policromada.

El acto duró de las 6 p. m. hasta las 6 a. m. Tomaron parte en la ceremonia veinte hombres y unas doce mujeres. Los hombres estaban pintados y adornados con grandes penachos de plumas y llevaban cascabeles, bastones pintados y varas sonajeras, desarrollándose toda la ceremonia en un ambiente de intensa solemnidad. La ceremonia se

inició con la recitación del Mito de la Creación, seguido por bailes acompañados por cantos en los cuales se hacía referencia a la fertilidad de los animales y de las mujeres. La primera toma de *yagé* se repartió a las 8:15 p. m., cuando los participantes ya sudaban profusamente. La segunda toma se repartió a las 9 p. m., la tercera a las 9:30 p. m., la cuarta a las 10:15 p. m., la quinta a las 11:05 p. m. y la sexta y última a medianoche. En los intervalos los hombres bailaban y cantaban, en un ritmo a veces acelerado, a veces más lento. La precisión de los pasos de los bailarines y el ritmo de la música se perfeccionaron con el consumo del *yagé* y en ningún momento hubo una disonancia o un paso en falso. No se consumieron alimentos pero después de cada toma de *yagé* se repartió una pequeña cantidad de chicha de maíz, muy levemente fermentada. La música, tanto vocal como instrumental, no cesó ni un instante, variando en intensidad pero manteniendo un ritmo hipnótico. Toda la escena se desarrolló en la semi-oscuridad de una maloca de grandes dimensiones y a la luz de una sola antorcha.

Después de la segunda toma algunos hombres comenzaron a vomitar y poco después afirmaron tener visiones, que ahora describían en voz baja y gesticulando con las manos. Mi propia experiencia se reduce a las siguientes observaciones: primera toma, pulso 100, leve euforia seguida por pasajera somnolencia; segunda toma, pulso 84; cuarta toma, pulso 82, fuerte vómito; sexta toma, pulso 82, fuerte diarrea. Casi inmediatamente se presentaron visiones en colores espectaculares, de



1



2

LÁMINA I. 1. *Banisteriopsis caapi*. 2. Los tallos de yajé se cortan en la selva. 3. Los tallos se maceran. 4. El líquido se cuele en un recipiente de cerámica.



3



4



1



2

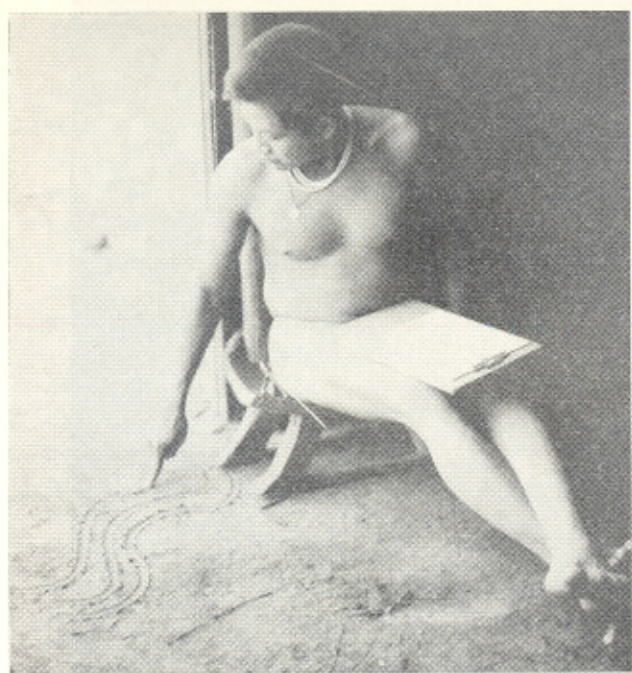
LÁMINA II. 1. La bebida se reparte. 2. Un hombre intoxicado con yajé, baila. 3. Un músico bajo la influencia del yajé. 4. Baile de los hombres durante la ceremonia.

3

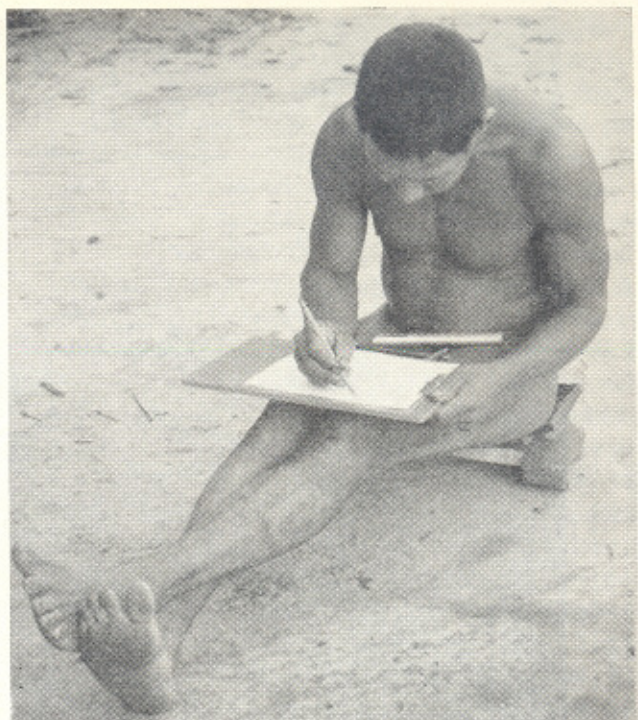


4





1



2

LÁMINA III. 1, 2. Hombres dibujando sus alucinaciones. 3. Un hombre dibuja en la arena.

3



una multitud de intrincados motivos de marcada simetría bilateral, que pasaron lentamente, en franjas oblicuas, por mi campo de visión, al tener los ojos entrecerrados. Las visiones continuaron, modificándose, por más de 20 minutos, desapareciendo sólo por breves instantes en dos ocasiones. No se presentaron fenómenos acústicos ni imágenes figurativas. Los bailes y cantos continuaron hasta el amanecer sin producirse ni en mí ni en los demás participantes, efectos desagradables. El texto de la grabación, indica, entre paréntesis, las actividades de los demás.

(Música de flautas de Pan que se aleja y acerca con el vaivén de los bailarines). "Estoy viendo como... bueno... es oscuro, pero veo como una cola de un pavo real... pero al mismo tiempo es como... todo en movimiento... como fuegos artificiales, no? Muy parecido a... al fondo, digamos... de ciertas miniaturas persas. Hay algo oriental en todo eso. O tapices, tapices tibetanos. A veces hace pensar en... esa escritura decorativa árabe, alguna sura del Korán. Más bien en colores oscuros; a veces resalta blanco pero más bien es un rojo muy oscuro. Eso pasa... eso va de... es oblicuo en mi campo de visión. Va de la izquierda arriba hacia la derecha abajo. Hay un flujo muy lento. Ahora eso cambia... todos los colores del espectro, como... sí, ondulado... pero de algún modo los arcos de cada ondulación se desprenden y forman motivos diferentes. Abajo es amarillo; eso cambia continuamente y luego va a través de los colores del espectro. Son motivos más bien... sí, todo es curvilíneo: semicírculos, formas como corazones entrelazados y que se vuelven como flores; de pronto formas como una medusa. A veces hay... sí... otra vez estos efectos de fuegos artificiales. Pero al... no es en tres dimensiones... es plano y bastante oscuro. Ahora pasa". (Agudos sonidos de flauta; los bailarines descansan ahora). "Algo viene de arriba, de la derecha: son como... es como agua de una fuente, pero la luz traspasa los chorros de agua, como un Arco Iris. Se cruzan estas líneas, pero no son líneas, en fin, están interrumpidas a trechos. Puntos con un... centro oscuro, alrededor amarillo... luego como una flor, como... como plumas de avestruz, así enroscadas. Y otra vez plumas, plumas de pavo real. A veces como musgo; como estos musgos. Ya, muy parecido a los hongos, a estos hongos en un objetivo fotográfico, de color iridiscente. Una flor pero con tres pétalos... tres... sí". (La visión desaparece durante unos 2 minutos; la música de baile comienza de nuevo). "Estoy muy despierto otra vez. Sí, cuando abro los ojos, bien abiertos, entonces veo la maloca, la oscuridad, la gente; pero así, al medio cerrarlos, veo otra vez estos motivos. A veces son como microfotografías de alas de mariposa o de corales marinos. A veces los colores no son... no son agradables. Ahora sí hay motivos más definidos: arabescos, franjas horizontales. Sí, casi todo viene en franjas para-

lelas, cada una de otro color. Pero siempre en movimiento. Muchas veces, en estas franjas hay como una especie de red, de malla. Se forman centros". (La música se intensifica). "Esta malla es bastante fija; sólo los centros están en movimiento, giran y cambian de color. Otra vez... ahora se inclina todo este plan y va otra vez más bien de... casi 45°... más, casi vertical ahora". (Fuerte cascabeleo). "Ahora se inclina otra vez hacia la horizontal. El fondo es casi negro. A veces hay ondas concéntricas que se mueven, como agua muy negra donde cae una piedra. Sí, sí, pero todo muy simétrico. Casi nunca hay un motivo que no sea simétrico. A veces... como cerraduras antiguas, estas chapas antiguas. Todo es muy barroco". (Baile con fuerte percusión). "Una cantidad de semicírculos, como una especie de árboles, de un color oscuro contra un fondo más claro, casi azulado. ¡Ya cambió otra vez! como... como microfotografías de plantas; como estos cortes microscópicos teñidos; a veces como de un texto de patología. Hay unos que están vomitando. Todos dicen que ven visiones; dicen que ven toda la maloca pintada de colores, el interior. Pero siguen bailando. Ahora, a la derecha cambia... ya... hay un aspecto tibetano, de budas azules, y alrededor una especie de aureola amarilla-roja-azul, o llamas que terminan en punticos". (Los bailarines descansan; hay charla). "Es así a veces. No es agradable. Sí, ¡es muy espectacular como color! Y siempre este crecer y decrecer de las formas, de luces. Se duplican... aparece un círculo, se duplica, se triplica, se multiplica. Sí... giran, muy rápido todo. Como... como... eso sí, es como burbujas, como burbujas transparentes, esas burbujas de jabón. Y ahora oscuro. No, no veo más. Pero me siento bien. Es casi la una. He tomado seis copas de yajé; pulso 84, leve dolor de cabeza. Después de la cuarta copa me dio un vómito violento y después de la quinta copa me comenzó diarrea. Pero por lo demás estoy bien. Un sabor amargo en la boca, nada más". (Pasan aproximadamente dos minutos). "Sigo viendo cosas. Hexágonos, todo como una especie de cielo raso de hexágonos, inclinado unos 35°, y en cada unión entre cuatro, un punto azul. Ya cambió, ya son pequeñas estrellas... ¡qué cantidad! Vienen y van, vienen y van; en fin, se acercan y se alejan... Ahora casi desaparecen". (Conversación monótona ritual al lado mío; casi no hay música). "Hmm... como un motivo de cestería. Ya, sí... sí, pinturas de Rouault, como vitrales... colores... manchas enmarcadas por una gruesa línea negra". (Flautas agudas). "Sí... o grandes ojos en diferentes colores. ¡Ya no hay esta simetría ahora! Son como cuerpos que se acercan... ahora como grandes orugas, con una cantidad de espinas, pelos... con una pequeña bolita en la punta de cada pelo. Pero... otra vez, como microfotografías. Ya cambió, ya... como pelitos rojos, no? Pero ya está cambiando; ya se alargaron estas burbujitas y se van. Otra vez... bueno, ¡es tan difícil! Ahora es de un color rojo

oscuro, atravesado por una serie de rayos amarillos; el centro queda a la derecha pero no lo veo. Estos rayos caen como en un bosque de pequeños pelitos rojos. Todo inclinado... otra vez: arriba izquierda y abajo derecha. Ya cambió, ya... ahora son como palmas estilizadas, miles y miles,

en perspectiva. Son como tapetes, no? Cambian, cambian... como arbolitos muy estilizados. Sí, todo eso es, en buena parte, como ciertas corbatas de mal gusto. Sí, ahora se está borrando. Ya no veo más".

#### BIBLIOGRAFIA

AGURELL, S., B. HOLMSTEDT AND J. E. LINDGREN.

1968 Content of *Banisteriopsis Rusbyana*. *American Journal of Pharmacy*, Vol. 140, Nº 5, pp. 148 - 151, Philadelphia.

ALBARRACÍN, LEOPOLDO.

1925 Contribución al estudio de los alcaloides del *yagé*. Bogotá.

BARRIGA VILLALBA, A. M.

1925 Un nuevo alcaloide. *Boletín de la Sociedad Colombiana de Ciencias Naturales*, pp. 31 - 36, Bogotá.

BIOCCA, ETTORE.

1965 Viaggi tra gli Indi. Alto Río Negro - Alto Orinoco. Appunti di un Biologo. IV vols., Roma.

BRISTOL, MELVIN L.

1966 The Psychotropic *Banisteriopsis* among the Sibundoy of Colombia. *Botanical Museum Leaflets, Harvard University*, Vol. 21, Nº 5, pp. 113 - 140, Cambridge.

BRÜZZI, ALVES DA SILVA, ALCIONILIO.

1962 A civilização indígena du Uaupés. São Paulo.

CHEN, A. L. AND K. K. CHEN.

1939 Harmine, the Alkaloid of *caapi*. *Quarterly Journal of Pharmacy and Pharmacology*. Vol. 12, pp. 30 - 38.

CREVAUX, J.

1883 Voyages dans l'Amérique du Sud. Paris.

CUATRECASAS, J.

1957 - 1958 Prima flora colombiana. 2. Malpighiaceae. *Webbia* 13, pp. 343 - 664.

DER MARDEROSIAN, ARA H., HOMER V. PINKLEY AND MURRELL F. DOBINS IV.

1968 Native Use and Occurrence of N, N-Dimethyltryptamine in the leaves of *Banisteriopsis Rusbyana*. *American Journal of Pharmacy*, Vol. 140, Nº 5, pp. 137 - 147, Philadelphia.

DEULOFEU, VENANCIO.

1967 Chemical Compounds Isolated from *Banisteriopsis* and Related Species. In: *Ethnopharmacological Search for Psychoactive Drugs* (Efron, Daniel, editor), pp. 393 - 402, Washington.

ELGER, F.

1928 Ueber das Vorkommen von Harmin in einer süd-amerikanischen Liane (*Yagé*). *Helv. Chim. Acta*, 11, pp. 162 - 166.

FARNSWORTH, NORMAN R.

1968 Hallucinogenic Plants. *Science*, Vol. 162, pp. 1086 - 1092, Washington.

FISCHER CÁRDENAS, G.

1923 Estudio sobre el principio activo del *yagé*. (Tesis inédita), Universidad Nacional, Bogotá.

GARCÍA BARRIGA, HERNANDO.

1958 El Yajé, Caapi o Ayahuasca: Un alucinógeno amazónico. *Universidad Nacional de Colombia*, Nº 23, pp. 59 - 76, Bogotá.

GOLDMAN, IRVING.

1963 The Cubeo: Indians of the Northwest Amazon. *Illinois Studies in Anthropology* Nº 2, Urbana.

GUNN, J. A.

1937 The Harmine Group of Alkaloids. In: *Handbuch der Experimentellen Pharmakologie* (Hefter, B., editor), Berlin.

HARNER, MICHAEL.

1968 The Sound of Rushing Water. *Natural History*, Vol. LXXVII, Nº 6, New York.

HOCHSTEIN, F. A. AND A. M. PARADIES.

1957 Alkaloids of *Banisteria caapi* and *Prestonia amazonicum*. *Journal of the American Chemical Society*, Vol. 79, pp. 5735 - 5736.

KOCH - GRÜNBERG, THEODOR.

1909 Zwei Jahre unter den Indianern. 2 vols., Berlin.

MALLOL DE RECASENS, M. R.

1963 Cuatro representaciones de las imágenes alucinatorias originadas por la toma de *yagé*. *Revista Colombiana de Folklore*, Vol. 8, pp. 61 - 81, Bogotá.

NARANJO, C.

1965 Psychological aspects of *yagé* experience in an experimental setting. *Ponencia presentada al 64th Annual Meeting, American Anthropological Association, Denver* (mimeografiado).

NARANJO, CLAUDIO.

1967 Psychotropic Properties of the Harmala Alkaloids. In: *Ethnopharmacologic Search for Psychoactive Drugs* (Efron, Daniel, editor), pp. 389 - 391, Washington.

NARANJO, PLUTARCO.

1958 Drogas psicotomiméticas. *Archivos de Criminología, Neuropsiquiatría y disciplinas conexas*. 2ª Epoca, Vol. VI, Nº 23, pp. 358 - 379, Quito.

O'CONNELL, F. D. AND E. V. LYNN.

1953 The alkaloid of *Banisteriopsis inebrians* Morton. *Journal of the American Pharmacological Association*, Vol. 42, p. 753.

OSMOND, H.

1957 A review of the clinical effects of psychotomimetic agents. *Annals of the New York Academy of Science*, Vol. 66, p. 418, New York.

OSTER, GERALD.

1970 Phosphenes. *Scientific American*, Vol. 222, Nº 2, pp. 83 - 87.

- PENNES, H. H. AND P. H. HOCH.  
1957 Psychotomimetics, clinical and theoretical considerations: harmine, Win-2299 and naline. *American Journal of Psychiatry*, Vol. 113, pp. 887-892.
- PÉREZ ARBELÁEZ, ENRIQUE.  
1956 Plantas Útiles de Colombia. Tercera edición. Bogotá.
- PERROT, E. et R. HAMET.  
1927a Le yagé, plante sensorielle des indiens de la région amazonienne de l'Équateur et de la Colombie. *Compte Rendue de la Académie de Sciences*, Vol. 184, p. 1266, Paris.
- PERROT, E. et R. HAMET.  
1927b Yagé, ayahuasca, caapi et leur alcaloïde: télépathine ou yagéine. *Travaux Lab. Mat. Méd. Pharm. Galén*, 18, part. 2, 1, Paris.
- REICHEL - DOLMATOFF, G.  
1960 Notas etnográficas sobre los indios del Chocó. *Revista Colombiana de Antropología*, Vol. IX, pp. 75-158, Bogotá.
- REICHEL - DOLMATOFF, G.  
1967 Rock Paintings of the Vaupés: An Essay of Interpretation. *Folklore Americas*, Vol. XXVII, N° 2, pp. 107-113, Los Angeles.
- REICHEL - DOLMATOFF, G.  
1968 Desana: Simbolismo de los indios Tukano del Vaupés. Universidad de los Andes, Bogotá.
- REICHEL - DOLMATOFF, G.  
1968 Notas sobre la dimensión cultural del uso del yagé (*Banisteriopsis caapi*) entre los indios del Vaupés, Colombia. *Ponencia presentada al V Congreso Interamericano de Psiquiatría*, Bogotá.
- REINBURG, P.  
1921 Contribution à l'étude des boissons toxiques des indiens du nor-ouest de l'Amazonie. *Journal de la Société des Américanistes*, N. S., tome 13, pp. 25-54; pp. 197-216, Paris.
- Ríos, O.  
1962 Aspectos preliminares al estudio farmacopsiquiátrico del ayahuasca y su principio activo. *Anales de la Facultad de Medicina*, Vol. 45, Nos. 1-2, pp. 22-66, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- ROCHA, JOAQUÍN.  
1905 Memorandum de Viaje: Regiones Amazónicas. Bogotá.
- SCHULTES, RICHARD EVANS.  
1957 The Identity of the Malpighiaceae Narcotics of South America. *Botanical Museum Leaflets, Harvard University*, Vol. 18, pp. 1-56, Cambridge.
- SCHULTES, RICHARD EVANS.  
1960 Pharmacognosy: 1: Jungle Search for New Drug Plants in the Amazon; 2: Native Narcotics of the New World; 3: Botany Attacks the Hallucinogens. *The Pharmaceutical Sciences*. Third Lecture Series, pp. 138-185.
- SCHULTES, RICHARD EVANS.  
1963a Hallucinogenic Plants of the New World. *The Harvard Review*, Vol. I, N° 4, pp. 18-32, Cambridge.
- SCHULTES, RICHARD EVANS.  
1963b Botanic Sources of the New World Narcotics. *Psychodelic Review*, Vol. 1, N° 2, pp. 145-166.
- SCHULTES, RICHARD EVANS.  
1966 The Search for New Natural Hallucinogens. *Lloydia*, Vol. 29, N° 4, pp. 293-308.
- SCHULTES, RICHARD EVANS.  
1967 The Place of Ethnobotany in the Ethnopharmacologic Search for Psychotomimetic Drugs. In: *Ethnopharmacologic Search for Psychoactive Drugs* (Efron, Daniel, editor), pp. 33-57, Washington.
- SCHULTES, RICHARD EVANS.  
1969 Hallucinogens of Plant Origin. *Science*, Vol. 163, pp. 245-254, Washington.
- SCHULTES, RICHARD EVANS AND ROBERT F. RAFFAUF.  
1960 *Prestonia* - an Amazon narcotic or not? *Botanical Museum Leaflets, Harvard University*, N° 19, pp. 109-122, Cambridge.
- SPRUCE, RICHARD.  
1908 Notes of a Botanist on the Amazon and Andes. 2 vols., London.
- STRADELLI, E.  
1890 L'Uaupés e gli Uaupés. *Bollettino della Società Geografica Italiana*, serie III, 3, pp. 425-453, Roma.
- TURNER, WILLIAM J.  
1963 Experiences with Primary Process Thinking. *The Psychiatric Quarterly*, July, pp. 1-13, Utica.
- USCÁTEGUI M., NÉSTOR.  
1959 The Present Distribution of Narcotics and Stimulants amongst the Indian Tribes of Colombia. *Botanical Museum Leaflets, Harvard University*, Vol. 18, N° 6, pp. 273-304, Cambridge.
- VILLAVICENCIO, MANUEL.  
1858 Geografía de la República del Ecuador. New York.

# ORIGEN, NATURALEZA Y POSIBLE FORMACION ENDOGENA DE LOS ALUCINOGENOS

Por ROBERTO GALAN PONCE

Departamento de Biología  
Universidad de los Andes

## SINOPSIS

En el siguiente artículo se discuten el origen, naturaleza, forma de acción y posible formación endógena de algunos alucinógenos en el hombre. Se resume el conocimiento actual sobre sus estructuras químicas, los factores principales que determinan los cambios sensoriales y perceptuales durante las alucinaciones y las diferentes evidencias de tipo bioquímico que permiten sospechar que algunos de los alucinógenos se pueden producir en concentraciones críticas, por alteraciones en ciertas rutas metabólicas regulares, dando origen endógenamente a metabolitos que serían factores etiológicos en la génesis de algunas enfermedades mentales, así como a ciertos procesos psicológicos que consideramos normales. Finalmente se hace un breve resumen de las investigaciones que se adelantan en la Universidad de los Andes.

## INTRODUCCION

La popularización creciente de los compuestos alucinógenos en ciertos sectores de la sociedad contemporánea y en especial entre la gente joven, ha producido un impacto cultural de importancia, no obstante existir el hecho de que el uso de los alucinógenos es, posiblemente, casi tan antiguo como el hombre mismo.

No debe extrañarnos, por lo tanto, la inquietud que este tema ha despertado y la extraordinaria importancia que la investigación científica tiene y tendrá en la elucidación de los complejos problemas que el uso de los alucinógenos ha producido en el mundo.

### *I - Origen y efecto de los principales alucinógenos.*

Las sustancias alucinógenas fueron clasificadas inicialmente por Lewin (1924) y posteriormente dentro del término general de agentes psicofarmacológicos. (Ver apéndice A). Tenemos que reconocer, sin embargo, que la nomenclatura actual

es bastante confusa todavía y que se usan indiscriminadamente los términos *droga, narcótico, analéptico, drogas fenotrópicas, psicomiméticos, energizantes psíquicos, etc., etc.*

Se ha conservado aquí el término alucinógeno, aplicado a un compuesto químico capaz de producir cambios sensoriales y/o cambios perceptuales (visuales y auditivos), con modificaciones fundamentales en los niveles de la conciencia.

Estamos familiarizados con procesos que producen modificaciones substanciales en nuestros niveles de conciencia, ya sean naturales (el sueño o la fiebre alta), o artificiales (efectos del alcohol), bajo los cuales el sentido de lo que llamamos la realidad, aparece distorsionado por cambios notables.

Una gran cantidad de los alucinógenos conocidos tiene origen vegetal (plantas y hongos), pero se conocen algunos de origen animal, tales como la Bufoteína, aislado inicialmente de ciertas glándulas del sapo *Bufo marinus* y posteriormente, por Horning y colaboradores (1959), de las semillas de la *Piptadenia peregrina*.

Existen además alucinógenos sintéticos como la dietil-amida del ácido lisérgico (LSD-25), descubierto accidentalmente por el químico suizo Albert Hofman en 1943, aun cuando éste tiene precursores químicos vegetales como la D-amida del ácido lisérgico y la D-amida del ácido isolisérgico, los cuales se encuentran principalmente en ciertas partes de plantas como la *Rivea corymbosa*, en un tipo de patata, la *Ipomea violacea*, pero principalmente, en el hongo microscópico del trigo y y otros cereales llamado vulgarmente "cornezuelo del centeno" (*Claviceps purpurea*).

Las referencias sobre alucinógenos puramente minerales son escasas y se reducen principalmente a suposiciones.

El origen cultural de los alucinógenos se pierde en las fronteras de la historia, pero existen algunos datos que parecen indicar que su uso se remonta al paleolítico (Reichel-Dolmatoff, 1969).

En términos generales, se puede decir que el uso y estudio de muchos compuestos considerados ocasionalmente como drogas, están sometidos regularmente a cinco fases socio-culturales. Estas fases son aplicables a los alucinógenos y las describiremos brevemente:

### i) Fase mágico-religiosa.

Durante esta primera fase el compuesto —preparado por métodos rituales generalmente complejos— es utilizado solamente por elegidos (sacerdotes, shamanes, etc.) en ritos secretos y mágicos y con la finalidad principal de buscar una comunicación con las fuerzas sobrenaturales: divinidades, espíritus, ancestros, etc. Durante esta fase, íntimamente relacionada con la revelación, sólo estos elegidos pueden utilizar el compuesto y su uso está vedado a una gran mayoría de los individuos de una comunidad. Existe, fuera de toda duda, una íntima relación entre el uso de estos compuestos durante la fase mágico-religiosa y las sustancias consideradas como néctares de los Dioses (Soma, Ambrosia, Nepentes, etc.), pero estas relaciones no están en todos los casos suficientemente estudiadas.

### ii) Fase de la secularización.

Durante esta fase el compuesto se populariza gradualmente y su uso se permite a un número mayor de individuos, generalmente con fines utilitarios, tales como la curación de enfermedades, adivinación de acontecimientos futuros, etc. En el caso de tratarse de Magia Negra, ejercida por un especialista, considerado como brujo, nos aproximáramos a un concepto de delincuencia ocasional.

En las sociedades llamadas "primitivas" esta secularización no se efectúa siempre en forma indiscriminada; por el contrario, el uso de un compuesto determinado está sometido muchas veces a rituales tan complejos como los utilizados por los elegidos y que incluyen casi como regla general, selección individual, iniciación a determinada edad, abstinencia sexual y alimenticia y casi siempre, al uso exclusivo por parte de los hombres. Se observa una presión hacia la delincuencia, por la cual el compuesto es usado para producir algún mal a los enemigos, incluyendo la muerte.

### iii) Fase de la popularización, no aprobada socialmente.

En esta fase el uso del compuesto se escapa de la esfera del especialista profesional y como sucede con los alucinógenos, se populariza entre ciertos sectores de las generaciones jóvenes, siendo éstos considerados por la sociedad como delincuentes.

Esta tercera fase lleva obligatoriamente a una cuarta fase en la cual los efectos del compuesto se investigan científicamente, con el fin de determinar los efectos nocivos que podrían justificar el rechazo social.

### iv) Fase de la investigación científica.

Esta fase debemos considerarla como moderna, ya que las técnicas avanzadas de la bioquímica, farmacología, neurobiología, etc. son relativamen-

te nuevas. Tenemos que reconocer que en el caso concreto de los alucinógenos, se reduce a los últimos 30 años y en una forma intensiva y con técnicas muy modernas, a los últimos 10 años. Comprende las investigaciones en campos muy variados (etnobotánicos, antropológicos, bioquímicos, psiquiátricos, farmacológicos, etc.).

Ocasionalmente la interpretación de los resultados nos parece caótica y dispersa y muchos de los datos obtenidos, inconsistentes. La razón de esto parece radicar principalmente en la falta de estudios multidisciplinarios correlacionados y algunos aspectos fundamentales, tales como los efectos citogenéticos de muchos compuestos, están prácticamente inexplorados.

### v) Fase de la aceptación.

Esta última fase, por lo menos en teoría, debe ser una consecuencia de la investigación científica. El compuesto es o aceptado socialmente o limitado en cuanto a su uso a la forma de droga propiamente dicha.

Estas cinco fases no se refieren en forma exclusiva al uso de los alucinógenos; por ejemplo, el tabaco, el alcohol, el café y muchas sustancias tales como la reserpina, sedante del sistema nervioso obtenido originalmente de la planta de la India *Rawolfia serpentina*, han estado o están sometidas a estas fases secuenciales.

Aparentemente el alcohol siempre jugó un papel de importancia en ritos mágico-religiosos y fue secularizado mucho tiempo antes de que se estudiara su acción sobre el hombre en forma científica. Aun todavía, se investigan algunos de sus efectos, tales como las llamadas "alucinaciones alcohólicas" (Scott, 1967), cuyos mecanismos son muy oscuros.

Por otra parte, el tabaco fue restringido en Europa durante varios siglos y su uso por las mujeres es relativamente reciente, aun cuando existen normas socio-culturales que impiden el uso generalizado por parte de éstas en forma de puro o fumado en pipa. También, como en el caso del Alcohol, muchos de sus efectos sobre el cáncer pulmonar, las enfermedades cardíacas o su acción sobre el sistema nervioso, se están sometiendo todavía a investigaciones muy rigurosas.

En lo que se refiere a los alucinógenos propiamente dichos, su forma de acción es casi totalmente desconocida. El tipo específico de cambios perceptuales y sensoriales producidos en quienes los usan, depende de factores muy variados y de alta complejidad. Hasta donde sabemos hoy en día, los principales de éstos son: a) Naturaleza química y grado de pureza del alucinógeno; b) Concentración a la cual es usado (dosis); c) Sinergismo con otros compuestos; d) Características biológicas del individuo que lo usa, incluyendo ciertas características fenotípicas como el peso, estatura, estado nutricional, etc.; e) Contexto social y psicológico de la persona; f) Nivel inte-

lectual y estabilidad emocional y g) Forma como el alucinógeno es usado (comido, en bebida, en forma de rapé o inyectado).

El tipo de experiencia alucinatoria y los cambios perceptuales en lo referente a procesos cromáticos, extraordinaria brillantez de ciertos colores, sensibilización hacia los reflejos luminosos, pautas y tipos de las figuras geométricas, gamas complejas de sonidos, etc., dependen, además, de: a) Lugar donde el alucinógeno es usado; b) Hora (día o noche); c) Fines culturales a los que está destinado. Este último punto tiene una extraordinaria importancia, que no podemos menospreciar; así vemos, por ejemplo, que en ciertas culturas mexicanas los ritos religiosos estaban basados en el consumo de algunas partes del cactus Peyote (*Lophophora williamsii*), fuente principal de la mescalina, mientras los guerreros escandinavos masticaban un hongo venenoso (posiblemente *Amanita muscaria* o *A. pantherina*) para lograr cierto grado de agresividad y ánimo guerrero. Por otra parte Mitchell (1896) y Ellis (1898, 1902) consideraron algunos alucinógenos como un recurso para aumentar el conocimiento del mundo que los rodeaba o de su psique particular, mientras algunos psiquiatras modernos siguen la pauta del farmacólogo francés Moreau de Tours (1845), quien supuso que el uso de algunos alucinógenos podría producir "psicosis modelos" que reproducían aspectos fundamentales de ciertas enfermedades mentales. Finalmente, tenemos la posición adoptada por Huxley (1954, 1956) para quien la modificación de los estados de la conciencia durante las alucinaciones, guardaba una estrecha relación con los procesos mentales que determinan grados superiores de las percepciones sensoriales, factores esenciales en la génesis de los procesos artísticos, literarios y religiosos.

Parecen existir algunos patrones generales aplicables a la mayoría de los alucinógenos. Estos patrones son principalmente los siguientes:

1º Las alucinaciones que se producen pueden ser agradables o desagradables con tipos extremos de alta intensidad y valores intermedios, que dependen de los factores descritos anteriormente. Ocasionalmente dentro de una misma experiencia, se pueden producir cambios de patrones agradables a desagradables y viceversa. La razón de esto es prácticamente desconocida.

2º La intensidad de las alucinaciones, depende casi siempre de una abstinencia alimenticia previa y muy frecuentemente el mismo alucinógeno produce vómito y/o diarrea previas, antes de actuar en forma completa. Las relaciones con una posible deshidratación necesaria, no están estudiadas hasta la fecha.

3º En forma casi general, la oscuridad o semi-oscuridad complementada por efectos cromáticos, kinestéticos o auditivos, aumenta el efecto alucinógeno.

4º Algunos de los alucinógenos estudiados hasta ahora, se eliminan posteriormente por la orina, pudiéndose recobrar en forma casi total y sin que hayan sufrido modificaciones en su estructura química o física. Esto indica que no existen, aparentemente, cambios bioquímicos básicos o asimilación tisular. Se desconoce casi completamente la forma como actúan sobre el cerebro y las investigaciones se están adelantando principalmente sobre hipótesis de trabajo.

5º Los alucinógenos no son adictivos en el sentido fisiológico, tal como sucede con ciertas drogas (morfina, heroína, etc.), pero pueden producir adición psicológica definida.

6º La predisposición a una psicosis y muchas veces el temor a ella, pueden desencadenarla y ocasionalmente, en forma irreversible.

7º No se ha encontrado suficiente evidencia que indique que los alucinógenos sean, en sí, afrodisíacos; sin embargo, su efecto puede estar condicionado a la finalidad buscada.

## II - Naturaleza química de los principales alucinógenos.

Recientemente Farnsworth (1968) ha hecho una clasificación tentativa de los principales alucinógenos, basada en dos grupos mayores: A) Los compuestos nitrogenados sustituidos y B) Los compuestos nitrogenados no sustituidos. Su clasificación se encuentra resumida y comentada a continuación:

### A) Compuestos nitrogenados sustituidos.

i) *Di-benz-alfa-pirans*. Marihuana (compuestos derivados de la planta *Cannabis sativa*, antes *C. indica*), la cual contiene principalmente cannabinal, delta-tetrahidrocannabinal y delta-tetrahidrocannabinal ácido carboxílico. Se han aislado otros compuestos como el ácido cannabidíolico y el cannabigerol los cuales se han manifestado como antimicrobiológicos potentes. Muchos de estos compuestos tienen, en el laboratorio, bastante inestabilidad. Por ejemplo el ácido cannabidíolico se convierte gradualmente en cannabidiol (inactivo como alucinógeno), luego en tetra-hidrocannabinal (activo) y finalmente en cannabinal (inactivo). (Ver apéndice B).

ii) *Fenil-propenos*. Los cuales se encuentran en ciertas especias, como la nuez moscada (*Myristica fragans*) "descubierta" recientemente como compuesto alucinógeno y cuyo uso parece más extendido de lo que se pensó inicialmente.

Sus relaciones bio-químicas "in vivo" son inciertas, pero existen en los vertebrados algunos precursores o derivados de los fenil-propenos tales como el ácido beta-fenilpropiónico que actúa

en inhibición competitiva con la enzima dehidrogenasa del ácido succínico y en la inhibición de la enzima carboxipeptidasa.

#### B) Compuestos nitrogenados no substituidos.

Este grupo representa el más importante y a él pertenece una gran cantidad de los alucinógenos conocidos.

i) *Beta-feniletilaminas*: El principal de estos compuestos es la 3,4,5 Trimetoxi-feniletilamina (Mescalina), aislado principalmente del cactus Peyote (*Lophophora williamsii*) planta del género *Cercus*, clasificada inicialmente como *Anhalonium lewinii*, la cual ha sido usada durante cientos de años por los indígenas de México como planta sagrada. Los indígenas mexicanos adoraban una tríada de plantas (Teonanacatl, Ololiuqui y Peyotl) pero parece que la más importante de ellas fue el peyote. Su uso se extendió a los Estados Unidos (Apaches, Omahas, Kiowas y Comanches), hasta el norte de Wisconsin, donde todavía perdura su uso en la secta llamada "The Native American Church", con más de 200.000 adeptos.

La palabra Mescalina tiene un origen bastante confuso ya que también parece derivarse del nombre de una bebida (mescal) obtenida del pulque o maguey.

ii) *Indoles simples*. Estos compuestos se encuentran en muchas de las plantas usadas como rapés alucinógenos por algunas tribus suramericanas con el nombre de paricá, yopo, epéna, etc. Su fuente principal es la planta *Piptadenia peregrina*, pero se ha encontrado en otras plantas tales como la *Mimosa hostilis* y la *Virola calophylla*. El componente activo principal (*Holmsted y Lindgren 1967*) es la 5-Hidroxi-N, N-dimetil-triptamina (Bufoteina) compuesto aislado inicialmente de ciertas glándulas del *Bufo marinus*, tal como se mencionó anteriormente.

iii) *Indoles*. Los cuales se encuentran en muchos de los hongos sagrados de México, principalmente el nti-ni-se (Angelito) *Psilocybe Mexicana*; nti-si-tho (Honguillo de San Isidro Labrador) *Stropharia cubensis* y el Yante (*Conocybe siliginoides*) hongo sagrado, casi extinguido, que crecía sobre la madera de un árbol muerto. Es curiosa la relación que podría existir entre este último hongo con la Ambrosía de los antiguos griegos ya que existe un hongo suculento, poco estudiado en cuanto a sus características alucinogénicas, que crece en las galerías de un árbol muerto y formada por un insecto de la familia *Scolytidae*, llamado "escarabajo ambrosía".

A este grupo pertenecen también las sustancias alucinógenas silocina (4-Hidroxi-dimetil-triptamina) y la silocibina (éster fosfórico de la silocina), obtenidos de varias especies de *Psilocybe* y *Stropharia*.

iv) *Beta-carbolinos*. Estos compuestos han sido aislados de algunas plantas como el yajé (Aya-huasca, caapi, etc.). El yajé es un bejuco perteneciente al género *Banisteriopsis* (*B. caapi*, *B. rusbiana*, *B. inebrians*) *Schultes (1963)*.

También se han encontrado estos compuestos en las plantas del género *Leptactinia* y *Peganum harmala*. Los estudios recientes resumidos por *Naranjo (1967)*, parecen indicar que el alcaloide llamado inicialmente harmina tiene en realidad dos compuestos: el 6-metoxiharman y la tetrahidro harmina.

v) *Isonúclidos*. El principal representante de los cuales es la ibogaina, obtenida principalmente de la planta *Tabernante iboga*.

vi) *Ergolineas*. Compuestos derivados principalmente del hongo "Cornezuelo del centeno" (*Claviceps purpurea*), entre los cuales se encuentran los precursores del LSD-25 (D-amida del ácido isolisérgico, D-amida del ácido lisérgico, etc.). Estas ergolineas se han encontrado además en un cierto tipo de patata (*Ipomea violacea*), en los compuestos alucinógenos obtenidos de la flor "Gloria de la mañana" (*I. purpurea*) y en algunas especies de Rivea (*R. corymbosa*).

vii) *Tropanos*. Compuestos derivados de algunas especies de *Methysticodendron Amesianum* y *Datura* (Borrachero). De este último se conocen varias especies de acción alucinogénica muy definida (*D. meteloides*, *D. inoxia*, *D. candida*, *D. vulcanicola*, etc.) aun cuando su alta toxicidad limita su uso como alucinógeno en forma notable.

viii) *Isoxazoles*. Los cuales se encuentran principalmente en el hongo *Amanita muscaria* (Fly Agaric). Recientemente *Wasson (1967)* ha descrito en detalle el uso de este hongo y ha presentado evidencia de que el "soma" (bebida de los dioses de la antigua India) era posiblemente la orina de los sacerdotes que habían ingerido este hongo, la cual era repartida a ciertos asistentes a ceremonias religiosas. El paso por tres o cuatro individuos en forma sucesiva y bebida en la orina, no le hace perder sus propiedades alucinógenas.

### III - Fundamentos teóricos y experimentales de la formación endógena de algunos alucinógenos en el hombre.

Desde hace algunos años se sospechó que algunos de los compuestos activos en los alucinógenos, podrían producirse en forma endógena en el hombre como resultado de cambios bio-químicos en ciertas rutas metabólicas conocidas, dando origen a compuestos que serían factores etiológicos en la génesis de la esquizofrenia y otras enfermedades mentales.

Esta posibilidad, considerada por muchos científicos como fascinante, ha abierto dos líneas investigativas principales de alcances insospecha-

dos: primera determinar si algunas de las enfermedades mentales son el resultado de trastornos bioquímicos que alteran el funcionamiento normal del cerebro, lo cual permitiría investigar compuestos que hicieran reversibles las condiciones patológicas; y segunda, por medio de compuestos alucinógenos de composición química y forma de acción conocidas, producir "psicosis modelo" que permitiera investigar compuestos nuevos en el tratamiento de estas enfermedades.

Una tercera posibilidad, sobre la cual se ha especulado mucho pero se ha investigado relativamente poco, sería la de que en condiciones normales, se produzcan pequeñas concentraciones de alucinógenos, cuya acción sobre el cerebro produciría a su vez ciertos cambios de percepción cromática, auditiva o cambios sensoriales, responsables de una gama muy variada de estímulos artísticos, literarios, etc.

En 1931 Lewin y algunos otros, hicieron notar la semejanza entre las alucinaciones esquizofrénicas y la experiencia con la mescalina. Posteriormente, *Osmond* y *Smythies* (1952) notaron la semejanza química entre la mescalina y la adrenalina (epinefrina) desde el punto de vista de su estructura y en 1954 *Hoffer* y colaboradores, propusieron la hipótesis de que la epinefrina podría degradarse por medio de una fenolasa, dando origen a aminocromos tales como el adenocromo y la adrenolutina, los cuales se encontraban en la sangre de los esquizofrénicos en concentraciones anormales.

Muchos años antes *Vaulpin* (1856), había podido comprobar que la epinefrina oxidada "in vitro" con  $I_2$ , Oxígeno,  $MnO_2$  y otros oxidantes, daba origen al compuesto rojo adrenocromo. En 1945, (1945a, 1945b) *Cohen* pudo comprobar estas experiencias y demostró que en condiciones anaeróbicas, se producía a partir del adrenocromo, una sustancia verde fluorescente que se identificó como adrenolutina y que cuando la reacción se hacía en medio alcalino, la introducción posterior de oxígeno, daba lugar a la formación melanina, pigmento oscuro de ciertas células del hombre y otros animales. Estas experiencias fueron confirmadas en 1949 (1949a, 1949b), por *Lord*, usando técnicas más refinadas.

En 1955 *Hoffer* y asociados, formularon en forma definida la hipótesis del adrenocromo, basados principalmente en que una gran mayoría de los alucinógenos conocidos eran indoles y el adrenocromo era un indol quinona y además, que en aquel entonces el adrenocromo era el único derivado de la epinefrina disponible para las investigaciones de laboratorio. Esta hipótesis fue confirmada posteriormente por *Hoffer* (1957), *Feldstein* (1959) y otros.

Basadas principalmente en esta idea, se desarrollaron otras líneas investigativas como las de *Friedhoff* y *van Winkle* (1962a, 1963a, 1963b) *Takesada* y colaboradores (1963), *Kuhel* y cola-

boradores (1964), *Kety* (1961, 1967), etc. quienes investigaron, principalmente, la existencia en la orina de pacientes esquizofrénicos, del compuesto 3,4-dimetoxi-feniletilamina, precursor de la 3,4,5-trimetoxi-feniletilamina (mescalina), el cual no se encontraba en la orina de los controles.

Otros investigadores como *Huszi* (1956) descubrieron en el hígado de algunos vertebrados superiores (en las mitocondrias principalmente), la presencia de una enzima específica, la mescalina oxidasa, cuya función es degradar la mescalina, permitiendo especular sobre la hipótesis de que una falla operacional o de concentración de esta enzima, permitiría la acumulación gradual de la mescalina formada endógenamente como derivada de la 3-4, dihidroxi-fenilalanina (DOPA), hasta valores críticos que podrían producir fenómenos inherentes a la esquizofrenia.

Las evidencias de este tipo de enzimopatía, se han ido acumulando en forma muy gradual pero sólida, gracias a los trabajos de *Friedhoff* (1967), *Faurbye* (1967), *Ehnresvärd* y colaboradores (1967), *Frohman* y colaboradores (1967), *Bergen* (1967), *Heath* y colaboradores (1967), *Gottlieb* (1967), *Hofmann* y *Arnold* (1967) y muchos otros, estableciendo un puente muy definido entre la neuro-química y la psiquiatría.

En general, un estudio sistemático de la bibliografía, indica que la utilización de ciertas técnicas modernas en la investigación de los alucinógenos, están permitiendo correlacionar resultados que antes nos parecían inconsistentes. Así, por ejemplo, la aplicación de la espectrografía de masas aplicada a los componentes de los rapés alucinógenos (*Holmsted* y *Lindgren*, 1967) y los estudios teóricos de la química cuántica sobre las sustancias alucinógenas en general, resumidos por *Malrieu* (1967) y *Green* (1967), están clarificando puntos de gran importancia.

Se puede decir que la investigación actual está principalmente dirigida al estudio de las rutas canalizadas de los amino-ácidos esenciales triptófano y fenilalanina, utilizados regularmente en los procesos nutricionales. Esta canalización se produce mediante enzimas (via-gene-enzima) y muchas de las etapas intermedias y finales se conocen, lo mismo que se ha logrado aislar algunas de las enzimas que toman parte en algunas de estas reacciones bioquímicas complejas.

De las rutas canalizadas derivadas del triptófano, pueden producirse la 4-Hidroxi-dimetil-triptamina (Silocina) y el éster fosfórico de este compuesto (Psilocibina) por fosforilación. También de las rutas de este amino-ácido y a partir de la Serotonina (5-Hidroxi-triptamina) puede formarse la 5-Hidroxi-N, N, dimetil-triptamina (Bufoteina) y su presencia en la orina de pacientes psiquiátricos ha sido demostrada por *Bourdillon* (1967), no obstante los resultados negativos obtenidos por *Nishimura* y *Gjessing* (1967) en un caso de catatonía periódica a los cuales les falta

obviamente consistencia estadística (1 caso de catatonía periódica de Nishimura y Gjessing contra 800 casos presentados por Bourdillon).

De las rutas canalizadas derivadas de la fenilalanina se pueden producir los compuestos alucinógenos adreno-cromo y adrenolutina y además la 3-4,5 trimetoxi-feniletilamina (mescalina) por transmetilación.

El resultado de los trabajos exploratorios en algunos de estos campos son los datos casi espectaculares obtenidos por *Hoffer* (1967) en el tratamiento de la esquizofrenia por medio del ácido nicotínico y la nicotinamida, derivados de las hipótesis de *Hoffer* y *Osmond* (1955) de que la inhibición de la transmetilación por medio de un aceptor metílico, impediría la formación endógena de mescalina. Estas conclusiones coinciden con lo observado por *Huxley* (1956) de acuerdo con el cual las alucinaciones producidas por la mescalina y que había descrito anteriormente (*Huxley* 1954), se suspendían en forma instantánea por la ingestión de ácido nicotínico.

De esta misma ruta canalizada de la fenilalanina, se puede producir a partir del DOPA, la melanina (pigmento oscuro de ciertas células) y algunos investigadores como *Greiner* (1967) han sugerido una relación posible entre la melanosis y la esquizofrenia, la cual consiste principalmente en cambios del color de la piel y otros tejidos, observados en ciertos enfermos mentales. Las relaciones de estos fenómenos con las experiencias en embriología química de *Koecke* (1959, 1967), por las cuales parece demostrado que el origen de los melanocitos es un cordón de la parte alta de la estructura cerebro-médula espinal (cresta neural), son indudablemente de importancia, pero requerirán investigaciones más completas.

De las dos rutas metabólicas descritas anteriormente en forma muy resumida, existen rutas colaterales de un alto valor investigativo. Se ha encontrado, por ejemplo, que la adrenoglomerulotropina, hormona producida por el cuerpo pineal y cuya estructura química corresponde al 2,3,4,9-tetrahidro-6-metoxi-1-metil-1H-pirido (3,4,6)-indol, es idéntica al 6-metoxi-tetra-hidro-harman, isómero de la tetra-hidro-harmina, uno de los compuestos alucinógenos activos del yajé (*Naranjo*, 1967). Por otra parte, se ha demostrado que este compuesto puede formarse "in vivo" en los vertebrados superiores y a partir de la 5-metoxi-triptamina y el acetaldehído.

Se ha demostrado además que otro compuesto existente en el yajé y de acción alucinogénica, el 6-metoxi-harmalán, puede formarse, por lo menos "in vitro" a partir de la melatonina, compuesto resultante de la metilación de la acetilserotonina. (*McIsaac* y colaboradores, 1961). La enzima que hace posible esta metilación es la hidroxindol-O-metil-transferasa (HIOMT) existente sólo en el cuerpo pineal. Son extraordinariamente interesantes las posibles interrelaciones de estos resultados con los de *Wurtman* y colaboradores (1963,

1964), *Axelrod* y colaboradores (1965) y otros, sobre la inhibición de esta hormona en animales de laboratorio mantenidos en la oscuridad, las investigaciones de *Ganong* y colaboradores (1963) sobre la penetración de la luz por el cráneo y activación de ciertas estructuras cerebrales y los resultados de *Greiner* (1967) sobre curación de esquizofrénicos mantenidos en la oscuridad y en los cuales se observó, además, depigmentación de la piel.

Muchos datos adicionales sobre estos problemas pueden encontrarse en los trabajos de *Ramwell* y colaboradores (1964), *Blaschko* (1944, 1967), *Zeller* y colaboradores (1958), etc.

#### IV - Investigaciones que se adelantan en la Universidad de los Andes.

Hemos iniciado desde hace algún tiempo una investigación en el Departamento de Biología de la Universidad de Los Andes, sobre tres grupos de individuos: a) Individuos normales desde el punto de vista psiquiátrico; b) Individuos esquizoides o de diagnóstico psiquiátrico no definido y c) Esquizofrénicos recluidos en sanatorios mentales y con diagnóstico psiquiátrico definido. Las investigaciones exploratorias están dirigidas principalmente hacia la aplicación de algunas técnicas nuevas a la determinación de adrenocromo, adrenolutina y epinefrina, en sangre y orina de los grupos mencionados. Se ha modificado la técnica propuesta por *Altschule* (1967), usando polarografía en la determinación de los amino-cromos, paralelamente con la determinación de la velocidad de oxidación de la sangre por la fenol-oxidasas, seguida también, polarográficamente y de acuerdo con la técnica propuesta por *Wiesner* (1943) y descrita en forma completa por *Brezina* y *Zuman* (1967).

Se busca, además, correlacionar estos datos con la relación hematocrítica y la excreción de melanina en la orina; además, se está midiendo la relación sodio/potasio en plasma y orina, ya que los trabajos de *Kirk* (1967), hechos sobre el sudor térmico, indican que esta relación varía en forma notable en pacientes psiquiátricos. Para ellos se está usando la espectrofotometría de llama por técnicas suficientemente conocidas.

Adicionalmente se están controlando algunas separaciones cromatográficas en la sangre y en la orina y comparándolas con los componentes del yajé, también aislados cromatográficamente. Para estas determinaciones se están usando las técnicas propuestas por *Stahl* (1965) para la separación de indoles simples en capa delgada.

Se ha pensado en hacer comparaciones con otros alucinógenos conocidos, por medio de técnicas similares, ya que en la opinión de muchos Colombia es posiblemente uno de los países más ricos en plantas alucinógenas en el mundo (ver trabajos de *Schultes*, 1957, 1962, 1963, 1965, 1967, 1968a, 1968b).

## AGRADECIMIENTO

El autor agradece muy sinceramente la colaboración y sugerencias que le han dado el doctor Gerardo Reichel - Dolmatoff y la doctora Alicia Dussán de Reichel, en el planteamiento general de esta publicación, así como el material que le han suministrado para las investigaciones.

## APENDICE A

Según la clasificación de Lewin (1924), existían cinco agentes que influían sobre la inteligencia y las emociones: *euphorica*, *phantastica*, *inebriantia*, *hypnotica* y *excitantia*. La terminología actual se ha modificado notablemente. Los medicamentos productores de sueño son clasificados como *sedantes* y aquellos capaces de producir tranquilidad sin producir sueño, están clasificados como *ataráxicos*; los estimulantes del sistema nervioso se conocen generalmente como *analépticos* y finalmente el término *alucinógenos* ha reemplazado al de *phantastica*.

## APENDICE B

Puesto que la marihuana es uno de los alucinógenos más antiguos, pero también uno de los más usados en la actualidad, se ha entrado en este apéndice en algunos detalles que se consideran de importancia para la discusión general.

El origen de la marihuana, marijuana o marihuana se remonta a la antigüedad; según Taylor la marihuana era conocida por el emperador chino Sheng Neng, quien la menciona en un libro de farmacia escrito 2.737 años antes de Cristo. Ha recibido nombres muy variados: *hashish* en Arabia, de donde parece derivarse la palabra asesino; *beng*, en Persia; *kif*, en Marruecos; *dagga*, en Africa del Sur; *charas*, *gangha*, en la India y *marihuana*, en México y los Estados Unidos. Se trata de un cáñamo de 2 o 3 metros de altura, pero este factor depende de la localización geográfica y de otros factores, tales como el clima, etc. El principio de mayor actividad se encuentra en la resina producida por la flor femenina (espíritu de cáñamo) y ha sido usada durante siglos en Yarkanda (Asia Central) con el nombre de *charas*. Los colectores de arroz usan allí delantales de cuero, a los cuales se adhiere la resina. Esta es raspada posteriormente y fumada luego de secada o mezclada con ciertas bebidas alcohólicas y tomada.

Otra forma usada en los llamados "ritos infernales" es la *momea*, que es una mezcla de *charas* importado de la India, vía Tibet, el que se mezcla con grasa humana y se bebe en cráneos en las ceremonias religiosas secretas. En contraste con esto, se encuentra en Bombay una mezcla de *charas* y una cierta clase de dulce (maajun), comido como bocadillo por una parte considerable de la población.

La marihuana fue introducida a Europa por Moreau de Tours, con el nombre de Dawamesc, en la mitad del siglo XIX y procedente de Argelia. Esto dio origen al "Club de los Hashishins", en el Hotel Pimodan, del Barrio Latino de París, al que asistieron muchos de los intelectuales de la época, tales como Baudelaire, Teófilo Gautier, Dumas, Verlaine, Oscar Wilde y muchos otros.

Según los farmacólogos se considera un alucinógeno débil, pero sus efectos dependen del grado de pureza y de otros descritos en el texto. Uno de los primeros estudios de sus efectos fue hecho por el farmacólogo francés Pascal Brotteaux, quien describió cuatro períodos principales: a) Período de excitación nerviosa; b) Período alucinatorio y de inestabilidad mental; c) Período de éxtasis y profunda tranquilidad y d) Período de sueño profundo. Según este farmacólogo, la marihuana debía fumarse o ingerirse "en ausencia de preocupaciones y angustias y no para aminorarlas". En la actualidad se considera que el número de adeptos sólo en los Estados Unidos es superior a los cuatro millones. Existen opiniones en pro y en contra por las autoridades que han estudiado sus efectos. Por ejemplo, el doctor Tod. H. Mikuriya, consultor del National Institute of Mental Health de los Estados Unidos, quien ha revisado la bibliografía de los últimos 100 años, afirma que la marihuana no es un narcótico, que no produce adicción y que su toxicidad es inferior a la del alcohol. Según Mikuriya para matar a un hombre sería necesaria una dosis de 40.000 unidades, en relación a 20 unidades de alcohol que le producirían la muerte. Por otra parte, individuos de una autoridad indiscutible como el doctor Jasinski del "Federal Adiction Research Center" asegura que sí existe dependencia (por lo menos psicológica) y que puede ocasionar frecuentemente desequilibrios mentales que conducen fácilmente al homicidio, suicidio y actos delictivos de alta peligrosidad social.

Se ha asegurado también que pueden producirse trastornos fisiológicos de importancia, incluyendo trastornos cromosómicos y lesiones cerebrales.

Esta diversidad de opiniones y muchas más que podrían mencionarse, indican que los estudios realizados no son suficientes y que existen factores de alta complejidad que ignoramos todavía, los cuales sólo podrán dilucidarse por medio de una investigación multidisciplinaria sistemática.

## BIBLIOGRAFIA

- ALTSCHULE M. D. (1967). "Preliminary Observations on the Measurement of Aminochromes in the Blood". In: *Molecular Basis of Some Aspects of Mental Activity*". Volume 2, pp. 415 - 433. Academic Press, London, New York.
- AXELROD J., R. J. WURTMAN and S. SNYDER. "Control of hydroxyindole-O-methyl transferase activity in the rat pineal gland by environmental lighting". *J. Biol. Chem.* 240: 949 - 954 (1965).

- BERGEN J. R. (1967). "Possible Relationships of Plasma Factors to Schizophrenia". In: *Molecular Basis of Some Aspects of Mental Activity*". Volume 2, pp. 257-267. Academic Press, London, New York.
- BLASCHKO H. (1944). *J. Physiol*, 103 - 13 P.
- BLASCHKO H. (1967). "Amine Oxidases". In: *Molecular Basis of Some Aspects of Mental Activity*". Volume 2, pp. 404-415. Academic Press, London, New York.
- BOURDILLON R. (1967). Ver discusión en la referencia de Nishimura y Gjessing.
- BREZINA M. and ZUMAN P. (1968). *Polarography*, pp. 193-196. Interscience Publishers. New York.
- COHEN G. (1945a). *Comp. rend. Acad. Sci.* 220-297.
- COHEN G. (1945b). *Bull. Soc. Chim. Biol.* 28-104.
- EHRESNSVÁRD G., LILJEKVIST J. and NILSSON H. T. (1967). "Studies of Human Serum Constituents in Relation to Schizophrenia. In: *Molecular Basis of Some Aspects of Mental Activity*". Vol. 2, pp. 231-240. Academic Press, London, New York.
- ELLIS H. (1898). "Mescal a new Artificial Paradise". *Annual Report of the Smithsonian Institution*. pp. 537-548.
- ELLIS H. (1902). "Mescal, a study of a Divine Plant". *Popular Science Monthly*. 41: 52-71.
- Ethnopharmacological Search for Psychoactive Drugs*. Proc. of a Symposium held in San Francisco (California). Jan. 28-30 (1967). U. S. Department of Health, Education and Welfare Section N.I.M.H. pub. N° 2.
- FARNSWORTH. N. R. (1968). "Hallucinogenic Plants". *Science*. Vol. 162, pp. 1086-1092.
- FAURBYE A. and PIND K. (1967). "The Catechol Amines Metabolism in Schizophrenia". In: *Molecular Basis of Some Aspects of Mental Activity*". Vol. 2, pp. 221-223, Academic Press, London, New York.
- FELDSTEIN A. (1959). *Am. J. Psychiat.* 116-454.
- FRIEDHOFF A. J. and VAN WINKLE (1962). *Nature*, London, 194:897.
- FRIEDHOFF A. J. and VAN WINKLE (1963a). *Nature*, London, 199:204.
- FRIEDHOFF A. J. and VAN WINKLE (1963b). *Nature*, London, 199:1271.
- FRIEDHOFF A. J. (1967). "Significance of Transmethylation in Schizophrenia". In: *Molecular Basis of Some Aspects of Mental Activity*". Volume 2, pp. 241-255. Academic Press, London, New York.
- FROHMAN C. E., LATHAM L. K., BECKETT P. G. S. and GOTTLIEB J. S. (1967). "Biochemical Studies of a Serum Factor in Schizophrenia". In: *Molecular Basis of Some Aspects of Mental Activity*". Volume 2, pp. 241-255.
- GANONG W. F., SHEPHERD N. D., WALL J. R., VAN BRUNT E. E. and CLEGG M. T. (1963). *Endocrinol.* 72:962.
- GOTTLIEB J. S. (1967). "The Biological Correlates of the Serum Factor in Schizophrenia". In: *Molecular Basis of Some Aspects of Mental Activity*". Vol. 2, pp. 347-364. Academic Press, London, New York.
- GREINER A. C. (1967). "Melanosis: Side effect or Basic Defect?". In: *Molecular Basis of Some Aspects of Mental Activity*". Vol. 2, pp. 187-189. Academic Press, London, New York.
- GREEN J. P. (1967) "The application of Quantum Mechanics to Pharmacology: Some Substances active in the Nervous System". In: *Molecular Basis of Some Aspects of Mental Activity*". Vol. 2, pp. 95-111. Academic Press, London, New York.
- HEATH R. G. AND KRUPP I. M. (1967). "The Biological Basis of Schizophrenia: An Autoimmune Concept". In: *Molecular Basis of Some Aspects of Mental Activity*. Vol. 2, pp. 313-344. Academic Press, London, New York.
- HOFMANN G. and ARNOLD O. H. (1967). "Results of Biochemical Investigations in Schizophrenia". In: *Molecular Basis of Some Aspects of Mental Activity*". Vol. 2, pp. 381-396. Academic Press, London, New York.
- HOFFER A., OSMOND H. and SMYTHIES J. (1954). *J. Mentl. Sci.* 100:29.
- HOFFER A. and OSMOND H. (1955). *J. Nerv. Mentl. Dis.* 112:448.
- HOFFER A. (1957). *J. Clin. Exptl. Psychopat.* 18:27.
- HOFFER A. (1967). "Treatment of Schizophrenia with a Therapeutic Program based on Nicotinic Acid as the Main Variable". In: *Molecular Basis of Some Aspects of Mental Activity*". Volume 2, pp. 435-456. Academic Press, London, New York.
- HOLMSTED B. and LINDGREN J. E. (1967). "Chemical Constituents and Pharmacology of South American Snuffs". In: *Ethnopharmacological Search for PSYCHOACTIVE DRUGS*". Ver referencia correspondiente.
- HORNING E. C., MOSCATELLI E. and SWEELEY C. C. (1959). *Chem. Indust.* 751.
- HUSZTI Z. (1965). In: "International Neurochemical Conference; Oxford. *Preliminary Abstracts of Communications*", p. 50. Pergamon Press, Oxford.
- HUXLEY A. (1954). *"The Doors of Perception"*. Chatto & Windus. London.
- HUXLEY A. (1956). *"Heaven and Hell"*. Chatto & Windus. London.
- KETY S. S. (1961). *Fed. Proc.* 20:894.
- KETY S. S. (1967). "Catecholamines in Neuropsychiatric States". In: *Molecular Basis of Some Aspects of Mental Activity*". Volume 2, pp. 193-213. Academic Press, London, New York.
- KIRK L. (1967). "The Sodium-Potassium Ratio of Thermal Sweat in Different psychiatric Patients". In: *Molecular Basis of Some Aspects of Mental Activity*". Volume 2, pp. 465-473. Academic Press, London, New York.
- KOECKE H. U. (1959). *Verh. Dtsch. Zool. Ges-Zool. Anz. Suppl.* 23:127-135.
- KOECKE H. U. (1967). *Experientia.* 13:294.
- KUHEL F. A., HICHENS M., ORMOND R., MEISINGER A. P., GALE P. H., CIRILLO V. J. and BRINK N. G. (1964). *Nature*. London. 203:154.
- LEWIN L. (1924). *"Phantastica: die betäubenden und erregenden Genussmittel für Ärzte und Nichtärzte"*. G. Stilke, Berlin.
- LEWIN L. (1931). *"Phantastica. Narcotic and Stimulating Drugs"*. E. P. Dutton & Co. New York.
- LORD A. (1949a). *Acta. Pharmacol.* 5:75.  
— (1949b). *Ibid.* 5:121.

- MALRIEU J. P. (1967). "Quantum Chemistry and Pharmacology: Applications to Phenothiazines and Other Neuroactive Drugs". In: *Molecular Basis of Some Aspects of Mental Activity*". Volume 2, pp. 84- 93. Academic Press, London, New York.
- MCISAAC W. M., KHAIRALLAH P. A. and PAGE I. H. (1961). "10-methoxiharmalan a potent serotonin antaigoinist wich affects conditioned behaviour". *Science* 134: 674 - 675.
- MITCHELL S. WEIR (1896). "The effects of Anhalonium Lewinii (the Mescal button)". *British Med. Journ*". 2:1625.
- Molecular Basis of Some Aspects of Mental Activity*. Proc. of a NATO Advanced Study Institute Held at Drammen, Norway 2 - 14 August. 1965. Edited by Otto Walaas. Academic Press, London and New York 1967.
- MOREAU J. (1845). "Du Hachisch et de l'Aliénation Mentale". *Études Psychologiques*. Librairie de Fortin, Masson et. Co. Paris.
- NARANJO C. (1967). "Psychotropic Properties of The Harmala Alkaloids". In: *Ethnopharmacological Search for Psychoactive Drugs*". (Ver referencia correspondiente).
- NISHIMURA T. and GJESSING L. R. (1967). "Failure to detect 3,4, dimethoxyphenyl-ethylamine and Buffoteine in the Urine from a case of Periodic Catatonia". In: *Molecular Basis of Some Aspects of Mental Activity*". Vol. 2, pp. 225 - 227. Academic Press, London, New York.
- OSMOND H. and SMYTHIES J. (1952). *J. Mentl. Sci.* 98: 809.
- REICHEL - DOLMATOFF, G. (1969). Comunicación personal.
- RAMWELL P. W. and SHERRAT H. S. A. (1964). "The Physiology and Pharmacology of Phenolic Compounds in Animals". In: *Biochemistry of Phenolic Compounds*". Edited by J. B. Harborne, Academic Press, London, New York.
- SCOTT D. F. (1967). "Alcoholic Hallucinosi - An Aetiological Study". *Br. J. Addict*, Vol. 62, pp. 113 - 125. Pergamon Press Ltd. London.
- SHULTES R. E. (1957). *Bot. Museum Leaflets*. Harvard University, Vol. 19, Nº 10.
- SHULTES R. E. and ROMERO R. (1962). *Bot. Museum Leaflets*, Harvard University, Vol. 19, Nº 10, pp. 235 - 286.
- SHULTES R. E. (1963). "Botanical Sources of the New World Narcotics". *Psychedelic Rev.* 1:2, pp. 145 - 166.
- SHULTES R. E. (1965). *Acta. Bot. Nerlandica*. 15; pp. 178 - 189.
- SHULTES R. E. (1967). "The place of Ethnobotany". In: *Ethnopharmacological Search for Psychoactive Drugs*. Ver referencia correspondiente bajo la E.
- SHULTES R. E. and HOLMSTED B. (1968a). *De plantis Toxicaris e Mundo Novo*. Tropicales Commentationes". II. Rhodora 70:781, pp. 113 - 160.
- SHULTES R. E. (1968b). "The Plant Kingdom and Modern Medicine". *The Herbarist*. pp. 18 - 26.
- STAHL. E. (1965) "*Thin Layer Chromatography*". Springer-Verlag-Berlin.
- TAKESADA M., KAMIMOTO Y., SANO I. and KANESKO Z. (1963). *Nature*. London 119:203.
- VAULPIN M. (1856). *Compt. rend. Soc. Biol.* 3:223.
- WASSON G. (1967). "Fly Agaric and Man". In: *Ethnopharmacological Search for Psychoactive Drugs*. pp. 405 - 414. (Ver referencia correspondiente).
- WIESNER K. (1943). *Biochem. Z.* 314:214.
- WURTMAN R. J., AXELROD J. and FISHER J. (1964). *Science* 43:3612.
- WURTMAN R. J., AXELROD J., PHILIPS L. (1963). *Science* 142:1071.
- ZELLER E. A., BARSKY J., BERMAN E. R., CHERKAS M. S. and FPOUTS J. R. (1958). *J. Pharmacol.* 124:282.

# CARACTERISTICAS FISICAS, QUIMICAS Y ORGANOLEPTICAS DEL ALMIDON DE "ACHIRA"

(*CANNA EDULIS KER* var.)

Por RAFAEL MORALES RODRIGUEZ

## RESUMEN

En el Departamento del Huila, República de Colombia, se produce un almidón llamado "achira", extraído del rizoma de la *Canna edulis*. En este estudio se describe, en forma general, la botánica y agronomía de las dos variedades encontradas en dicha región. Se encontró que el almidón de "achira" tiene un alto contenido de amilosa y se comprobó este hecho con pruebas de viscosidad, cocimiento, estabilidad y formación de geles firmes y transparentes a bajas concentraciones. Se comprobó que el tamaño del gránulo del almidón de "achira" es el más grande conocido (64 micrones, valor promedio) lo cual, junto con su apariencia a la luz polarizada, lo diferencia fácilmente de los demás. Se encontró que este almidón produce, aun lavado intensamente, un sabor característico cuando, en presencia de cuajada de leche, se hornea por encima de su temperatura de pirólisis. Este sabor, que no es producido por otros almidones en condiciones similares, se atribuye a la adsorción de impurezas dentro de la configuración helicoidal de la fracción lineal, en la cual es rico este almidón.

## INTRODUCCION

En el Departamento del Huila, República de Colombia, se elabora un bizcocho llamado de "achira", cuyo componente principal es un almidón extraído del rizoma de una *Canna*.

Una investigación preliminar demostró que existía poco conocimiento sobre la botánica y agronomía de esta planta y sobre las propiedades de su almidón.

El objeto de este trabajo es contribuir con una información general sobre la parte botánica y agronomía de la *Canna edulis*, de donde se extrae el almidón de "achira", y el de estudiar las propiedades físicas, químicas y organolépticas de este almidón.

El autor expresa sus agradecimientos al Profesor Jesús Idrobo, de la Facultad de Ciencias Naturales de esta Universidad, que fue el iniciador de este estudio; al químico Alvaro Iregui Borda, quien colaboró en forma decisiva para la culminación de este trabajo; a don Oliverio Lara Borrero, quien suministró informaciones sobre la zo-

na y cultivos de "achira" en el Departamento del Huila; al ingeniero agrónomo Esteban Rico, quien colaboró en la parte inicial del estudio agronómico; al químico Félix Moncada, del Instituto de Investigaciones Tecnológicas, quien contribuyó al estudio de las propiedades físicas del almidón; al profesor Mario Ospina, quien aportó las fotografías de los almidones estudiados; al Instituto de Investigaciones Tecnológicas por facilitar varios equipos utilizados en este estudio; al doctor Ignacio Fernández, Gerente de la Cervecería Bavaria, S. A., en Neiva, quien facilitó los medios para viajar a la zona estudiada y suministró las muestras necesarias, y muy especialmente, a la compañía Bavaria, S. A., que patrocinó esta tesis y facilitó los laboratorios para su realización.

## BOTANICA DE LAS CANNACEAS

### 1 — Localización del Género *Canna*.

#### a) Origen del Género *Canna* en Sur América.

El origen está localizado muy seguramente entre Colombia y el Perú (3). En este último país, por ejemplo, se encuentra evidencia precolombina de estos rizomas, en los llamados ceramios o huacos, lo cual no deja duda de que esta planta fue muy familiar entre los Incas (2).

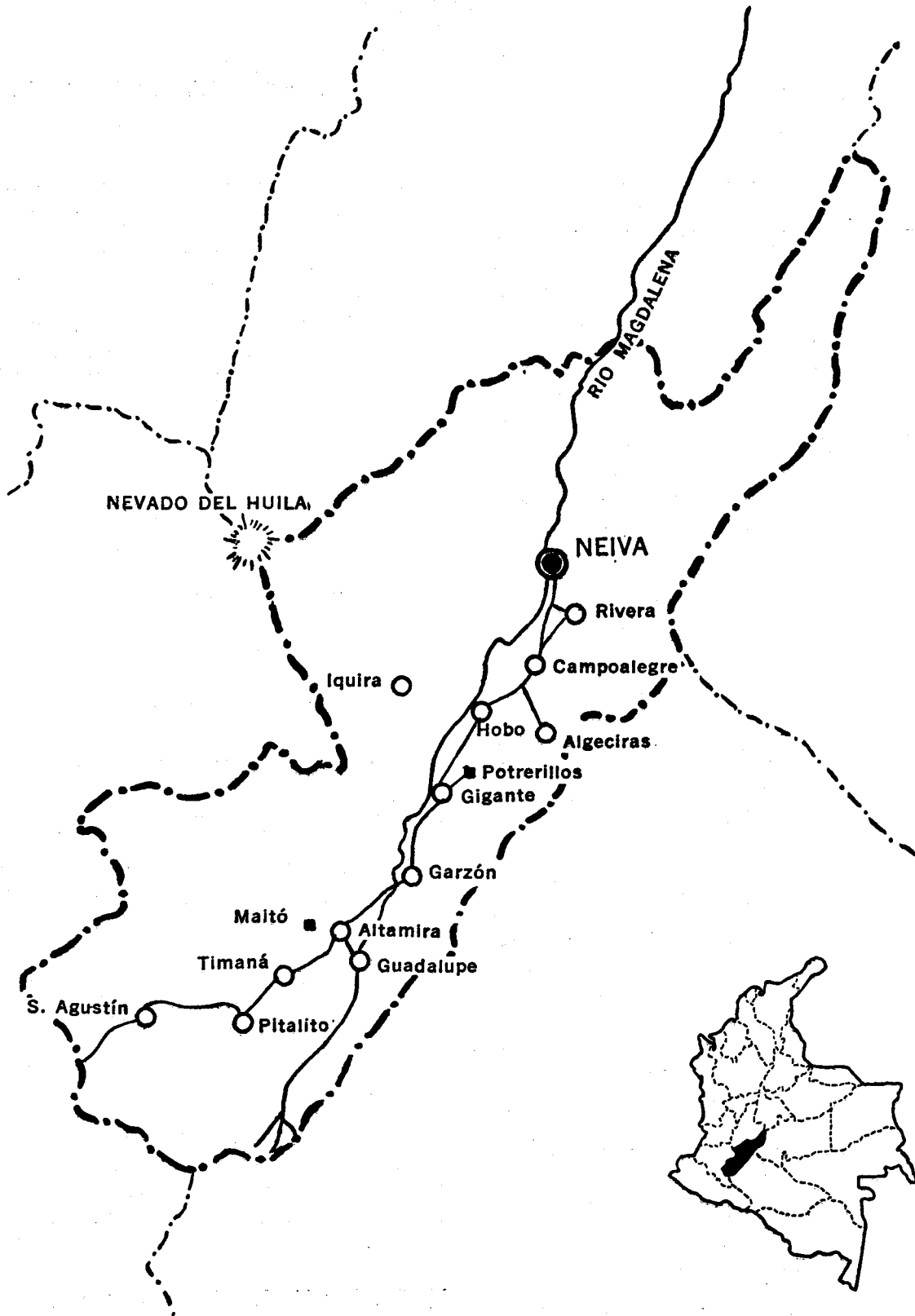
En las fotografías números 1 y 2 se puede observar el sorprendente parecido entre los ceramios incaicos y los rizomas de la *Canna edulis Ker* coleccionados por el autor en el Departamento del Huila. La fotografía numero 1 pertenece a la colección de la doctora Juana Infantes, catedrática de Botánica de la Universidad de San Marcos, en la ciudad de Lima, gracias a cuya gentileza se reproduce

#### b) Localización de cultivos de *Canna* en el mundo.

La *Canna edulis* se encuentra cultivada en los pisos térmicos cálidos y templados del trópico del nuevo mundo. De acuerdo con la literatura esta especie se conoce en México, Centro América, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil y Argentina (4, 5, 6, 7, 8, 9).

# ZONAS ACTUALES DE CULTIVO DE ACHIRA

(CANNA EDULIS)



También se cultiva en Australia, donde se extrae de sus rizomas el almidón conocido como "Queensland Arrow-root", el cual es diferente al "Arrowroot" corriente que proviene de una marantácea (8, 10).

c) *Localización de cultivos en Colombia.*

Se encuentran en pisos térmicos cálidos y templados, pero los mejores cultivos están en el piso térmico templado del Departamento del Huila, en las zonas citadas más adelante y en las de Quetame y Guayabetal en el Departamento de Cundinamarca, donde se conoce como "Sagú".

También se cultiva en el sur de Colombia (límites con el Ecuador), y en la región amazónica. Los indios Inganos (Valle del Sibundoy) y los Cofanes en el Putumayo, entre Colombia y el Ecuador, comen los rizomas asados (11).

d) *Zonas de cultivo en el Departamento del Huila.*

El cultivo de la "achira" en el Departamento del Huila se encuentra localizado en las cercanías de los municipios de Algeciras, Gigante, Íquira, Rivera y Timaná (Mapa 1). Se escogió como zona de observación el municipio de Gigante, localidad de Potrerillos, vereda de Guadalupe, localizada a 20 kilómetros del municipio y conocida en la región como la más apropiada para el cultivo de "achira".

2 — *Varietades de *Canna edulis* encontradas.*

En las zonas visitadas se encontraron 2 cultivos \* o clones cuyos nombres, "natagueña" y "bugueña", posiblemente indiquen su procedencia, (fotografías números 3 y 4).

Estos dos clones cultivados en la región se pueden distinguir fácilmente y producen un almidón de características similares; el más cultivado es el llamado "bugueña". El clon "natagueña" se encuentra esporádicamente.

Los especímenes de las variedades encontradas se entregaron para su clasificación al Herbario Nacional Colombiano (COL), de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional (11), donde figuran así: COL-96554 (bugueña) y COL-96553 (natagueña).

La descripción de las variedades encontradas en el Huila coincide con la de la especie *Canna edulis* Ker (9), dentro de la cual está clasificada la *Canna* que produce el almidón "Queensland Arrow-root", obtenido comercialmente en Australia.

\* *Cultivar*: Una variedad o raza que se ha originado y persistido bajo cultivo pero no es necesariamente una especie. (Correll, 1962: The potato and its wild relatives).

1. *Epoca de la siembra.*

La época de la siembra es en el mes de octubre, tiempo por lo regular de lluvias. Para la propagación del cultivo se entierran los rizomas (fotografía número 6) a 15 cm. de profundidad, cada 80 centímetros entre planta y planta. A las dos semanas brotan los renuevos y a los dos meses ya hay hojas adultas.

Se necesitan las lluvias de los meses de octubre y noviembre durante el período de crecimiento y las lluvias de abril para el engrosamiento del tallo y su completo desarrollo.

Los cultivadores solamente deshieran el terreno antes de la siembra y posteriormente no hacen limpieza alguna. La "achira" sembrada en forma intercalada en el terreno y a un mismo tiempo con el café, permite obtener dos cosechas de rizomas, antes de que éste comience a dar fruto.

Es práctica de los cultivadores rotar cultivos de yuca con cultivos de "achira" con el objeto, según ellos, de obtener mayor rendimiento.

2. *Epoca de la cosecha.*

Después de obtener la planta su desarrollo completo es necesario el sol para su maduración. A los 10 meses de sembrada, o sea en el mes de agosto del año siguiente, las hojas se marchitan y se inclinan, signo de que la planta ya está madura.

En este período es cuando se deben arrancar los rizomas, pues de lo contrario nuevas plantas germinan a expensas de los brotes suministrados por los rizomas terminales (fotografía número 6).

Durante la visita a la vereda de Guadalupe, en julio de 1963, se observaron plantas cercanas a la época de cosecha, como la que se ve en la fotografía número 3. Nótese el ataque de insectos en las hojas.

3. *Extensión de los cultivos.*

La zona se caracteriza por pequeñas propiedades en la mayoría de las cuales hay media hectárea en cultivo de "achira" (fotografía número 5). Los cultivadores informaron que casi todas las fincas comprendidas entre la vereda de Guadalupe y las veredas pertenecientes a los municipios de Algeciras y Rivera, dedican terrenos de la misma extensión al cultivo de la "achira", lo cual indica que su extensión global es relativamente grande.

Se visitaron también las poblaciones de Altamira y Guadalupe y no se encontraron cultivos de "achira", pese a que en la primera ha sido tradicional la fabricación de bizcochos. En esta población utilizan almidón producido en Timaná.

En general, los cultivos de "achira" están disminuyendo en toda la zona debido al descenso del rendimiento obtenido, como consecuencia de la falta absoluta de asistencia técnica y utilización de fertilizantes.

#### 4. Rendimiento del cultivo.

En la finca La Trinidad, vereda Guadalupe, a 8 kilómetros de la localidad de Potrerillos en el municipio de Gigante, se produjeron 200 cargas de rizomas, de 125 kilos cada una, en una hectárea de terreno inclinado y proveniente de una siembra hecha a un metro entre planta. Estas cifras dan un rendimiento por hectárea de 25 toneladas, lo cual parece excesivo debido seguramente a la dificultad para apreciar la extensión del terreno.

No se obtuvieron otros datos de rendimiento.

#### 5. Proceso de extracción.

El proceso de extracción en las zonas visitadas del departamento del Huila es muy rudimentario y similar al empleado para el almidón de yuca. Las fábricas están localizadas cerca a los cultivos, bajo enramadas que protegen los raspadores (fotografías números 7 y 8).

Para romper el rizoma se utilizan raspadores cilíndricos, contruidos con troncos de madera cubiertos con lámina galvanizada perforada y accionados manualmente (fotografía número 7). En algunas fábricas disponen de raspadores más eficientes, movidos por motor, como el que se observa en las fotografías números 9 y 10.

El producto obtenido del rallado se pasa por lienzo fino y se lava repetidas veces por decantación en ollas de barro. Finalmente se retira de las ollas la pasta de almidón purificado y se seca al sol. El producto se empaca en bolsas de azúcar usadas.

#### 6. Rendimiento.

Con los métodos rudimentarios descritos, se obtuvieron 20 cargas de almidón de "achira" a partir de 120 cargas de rizomas, en la finca La Trinidad ya citada. Cada carga pesaba, en ambos casos, 125 kilos.

De los datos anteriores resulta un rendimiento del 17% de almidón respecto al peso de los rizomas. De acuerdo con los cultivadores de la región, el rendimiento promedio es del 15%.

#### 7. Precios.

El producto se vende al intermediario por quintales o cargas.

El precio oscilaba entre \$ 200 y \$ 250 la carga de 125 kilos en julio de 1963.

El precio de venta al por menor en los almacenes de víveres era de \$ 1.30 la libra en la misma fecha.

#### CARACTERISTICAS FISICAS ESTUDIADAS DEL ALMIDON DE "ACHIRA"

Dentro de las propiedades físicas del almidón son importantes para su caracterización el comportamiento de sus soles o pastas a diferentes temperaturas y concentraciones, el tamaño y distribución de sus gránulos y su apariencia al mi-

croscopio, con luz normal y polarizada. Las dos primeras ayudan a determinar su posible utilización en la industria.

#### 1 — Viscosidad, estabilidad y gelificación de soles de cuatro almidones.

##### a) Ensayos con el amilógrafo Brabender.

Cuando una solución acuosa de almidón se calienta, sus gránulos se hinchan y producen una solución viscosa, más o menos estable al calentamiento, y que al enfriarse puede o no producir geles de diferente grado de firmeza y estabilidad.

El amilógrafo Brabender es un aparato que permite registrar los cambios de viscosidad de una suspensión de almidón, calentada lentamente con agitación, sometida a una temperatura elevada por un lapso de tiempo determinado y, por último, enfriada lentamente. Este tratamiento permite valorar la temperatura de gelatinización, la viscosidad máxima alcanzada, la estabilidad del almidón en solución y su tendencia a formar geles cuando se enfría.

Las curvas obtenidas se ilustran en el Gráfico Nº 1, del cual se tomaron las cifras relativas que se presentan en la Tabla número 1.

El procedimiento seguido para la elaboración de esta tabla es una modificación del propuesto por Smith (44), que permite expresar en cifras las propiedades de gelatinización, facilidad al cocimiento, estabilidad y gelificación, del almidón en solución.

El almidón de "achira" tiene una temperatura de gelatinización de 65°C, la cual es relativamente más alta que los de papa y yuca, pero inferior a la del almidón de maíz.

Es notable la dificultad para el cocimiento del almidón de "achira" si se la compara con las de la papa, yuca y maíz, pese a que este último tiene una temperatura de gelatinización mayor.

Contrasta la estabilidad de los soles de "achira" y maíz con la inestabilidad de los de yuca y papa, siendo este último el más inestable. Esta propiedad se refiere al período de calentamiento a 87°C, explicado en la Tabla 1.

Igualmente es notoria la tendencia a la gelificación de los almidones de maíz y "achira", mientras es casi nula la de yuca y papa.

Debe tenerse en cuenta, para analizar los resultados anteriores, que la concentración de los diferentes almidones no es la misma, debido a la necesidad de escoger una concentración que quede comprendida dentro de los límites del gráfico. Sin embargo, el sol de almidón de "achira", sometido a calentamiento prolongado o a enfriamiento, tiene una viscosidad superior a los demás almidones, inclusive el de maíz, pese a estar 2% por debajo de la concentración de este último.

Todos los resultados anteriores están de acuerdo con el contenido de amilosa de los cuatro almidones, determinado en el Capítulo siguiente por su afinidad de yodo. En la Tabla número 4 de di-

cho Capítulo, se puede observar que el contenido de amilosa, deducido del valor de afinidad de yodo, tiene el más alto valor en el almidón de "achira", luego en el de maíz y los de menor contenido son los de papa y yuca, en su orden.

b) *Viscosidad y gelificación a diferentes concentraciones.*

Con el fin de relacionar la concentración con el aspecto de los soles y su gelificación, se prepa-

raron soluciones de almidones de "achira", maíz, papa y yuca, calentando la suspensión del almidón lentamente hasta 91°C, con agitación, hasta que se comprobó al microscopio la ruptura completa de los gránulos. Estas soluciones se dejaron enfriar a temperatura ambiente para observar su aspecto y su consistencia de sol o gel y determinar su viscosidad absoluta en un viscosímetro-Hoeppler, a 20°C.

En la Tabla número 2 y en la gráfica número 2 se presentan los resultados obtenidos.

T A B L A N° 1

INTERPRETACION DE LAS CURVAS DE VISCOSIDAD BRABENDER EN CIFRAS RELATIVAS

Calentamiento: 1.5°C/minuto.

Lapso de calentamiento a 87°C: 16 minutos.

ALMIDON	Concentración base seca. %	Mg Minutos	Vm U. B.	Mm Minutos	Vr U. B.	Ve U. B.	Temperatura inicial de gelatinización	Facilidad de cocimiento Mm - Mg	Inestabilidad del sol. Vm - Vr U. B.	Indice de gelificación. Ve - Vr U. B.
							°C. Tg.			
"Achira" . . . . .	5.0	10	900	39.6	900	1.020	65.0	29.6	0	120
Maíz . . . . .	7.0	13	450	24.6	430	900	69.5	11.6	20	470
Papa . . . . .	2.5	3.3	980	12.6	340	340	55.0	9.3	640	0
Yuca . . . . .	5.5	6.6	410	10	280	295	60.0	4.4	130	15

Tg : Temperatura a la cual comienza un brusco ascenso en la viscosidad.

Mg : Minutos en los que se alcanza la temperatura Tg.

Vm : Viscosidad máxima durante el calentamiento.

Mm : Minutos en los que se alcanza la viscosidad máxima Vm.

Vr : Viscosidad después de 16 minutos a 87°C.

Ve : Viscosidad al enfriar a 50°C.

Se observa que los soles de almidón de papa y "achira" son transparentes, especialmente el de papa, mientras que los de maíz y yuca son turbios, lo cual guarda relación con el tamaño de los gránulos, determinado en la parte 2 de este Capítulo.

Al ir subiendo progresivamente la concentración, los almidones de papa y yuca no forman geles, mientras que el de "achira" forma un gel firme y transparente a una concentración de 3,5% y el de maíz un gel firme y turbio a 6%. Esta propiedad de formar o no geles está de acuerdo con la interpretación de las curvas de viscosidad Brabender y es debida a la proporción relativa de las fracciones amilosa y amilopectina de los almidones.

Las determinaciones de viscosidad absoluta se hicieron con el objeto de estudiar su variación relativa a medida que se aumenta la concentración y sus valores absolutos no pueden ser tomados sino como un índice, debido a que estos flúidos son no-newtonianos. Estas viscosidades no guardan relación con las encontradas en el amilógrafo Brabender, ya que la agitación durante la medida

y el tratamiento térmico utilizados en ambos métodos son muy diferentes. Sin embargo, se observa una baja viscosidad relativa en los soles de "achira" y maíz que repentinamente pasan a geles, sin permitir medidas posteriores de viscosidad.

En conclusión, se encontró que el almidón de "achira" produce soles de alta viscosidad a bajas concentraciones relativas, que requieren tiempos largos de cocimiento. Estos soles son muy estables al calentamiento prolongado, y de claridad comparable a los de papa. Al enfriarse producen geles firmes más transparentes que los de maíz a concentraciones notablemente más bajas.

2— *Tamaño de los gránulos de cuatro almidones y su apariencia microscópica.*

a) *Tamaño de los gránulos.*

El almidón aparece al microscopio compuesto de diminutas estructuras individuales llamadas "gránulos", cuyo tamaño y forma son características de cada variedad botánica.

T A B L A N º 2

RELACION ENTRE LA CONCENTRACION DE 4 ALMIDONES, SU VISCOSIDAD Y GELIFICACION

ALMIDON	Concentración % (base húmeda)	Aspectos en dos concentraciones	Características	Viscosidad en centipoises
"Achira"	1.0	} ligeramente turbio	sol	6
	2.0		sol	31
	3.0		sol-gel	680
	3.5		gel	
	5.0		gel	
	7.0		gel	
Maíz	1.0			2
	2.0	muy turbio	sol	
	2.5			6
	3.5	muy turbio	sol	
	4.5			540
	5.0		sol-gel	
	7.0		gel	
	8.0		gel	
Papa	1.0	} muy claro	sol	
	2.5		sol	605
	3.0		sol	1.164
	3.5		sol	1.947
	4.5		sol	
	5.5		sol	
Yuca	2.5	} turbio	sol	9
	3.5		sol	31
	5.5		sol	298
	7.5		sol	1.947
	9.0		sol	3.426

T A B L A N º 3

TAMAÑO DE LOS GRANULOS ENCONTRADOS PARA 4 ALMIDONES

	Micrones			
	"Achira"	Maíz	Papa	Yuca
Nº de campos observados..	8	4	4	4
Nº de lecturas por campo.	10	10	10	10
Lecturas totales . . . . .	80	40	40	40
Promedio . . . . .	63.6	16.5	39.7	17.8
Desviación Standard . . . . .	26	5.7	18	5.2
Error Standard. . . . .	2.8	0.8	2.8	0.9
Desviación Standard expresada en % del promedio.	41%	34.5%	45.5%	29%
Distribución de los tamaños en 40 lecturas:				
0 - 10	0	0	0	0
10 - 15	0	11	1	9
15 - 20	0	13 P	2	12 P
20 - 25	0	11	4	11
25 - 30	0	4	4	7
30 - 35	1	1	5	1
35 - 40	0	0	4 P	0
40 - 45	4	0	4	0
45 - 50	3	0	2	0
50 - 55	4		3	
55 - 60	4		3	
60 - 65	6 P		1	
65 - 70	3		3	
70 - 75	3		2	
75 - 80	2		1	
80 - 85	2		1	
85 - 90	1		0	
90 - 95	2			
95 - 100	0			
100 - 105	0			
105 - 110	2			
110 - 115	0			
115 - 120	1			
Mayor 120	2			

P = Frecuencia en donde está el promedio.

Se midieron los gránulos de almidones de "achira", maíz, papa y yuca en un microscopio con ocular micrométrico 15x y un objetivo 20x. Después de hacer una calibración por medio de un micrómetro reticular, se midió el eje longitudinal de 10 gránulos tomados al azar, en 8 campos para el almidón de "achira" y en cuatro para los restantes. Los resultados se presentan en la Tabla N° 3.

El valor de 63.6 micrones para el eje longitudinal del almidón de "achira" coincide con el valor encontrado por Radley (45) para la *Canna edulis Ker* y confirma que es el almidón de gránulo más grande conocido.

Se observa una dispersión relativa del tamaño similar en los gránulos de "achira" y papa (41 y 45%) y en menor grado en los de yuca y maíz (29 y 34.5%). La distribución de los gránulos en todos los almidones no sigue la forma normal de la curva de Gauss sino que tiene un área mayor en la zona por encima del valor promedio.

El gránulo grande del almidón de "achira" lo hace útil en aquellos usos específicos en los que se aprovecha esta característica física y sobre los cuales no tenemos información.

b) Observación a la luz normal y polarizada.

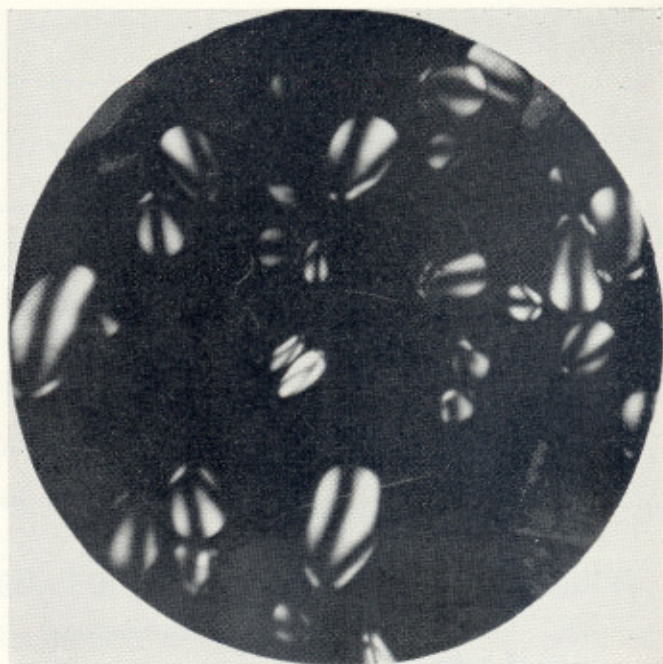
En las microfotografías números 11 a 14 se observan las características de los gránulos de almidón de "achira", papa, yuca y maíz, respectivamente. Estas características son útiles para identificar los almidones ya que, como puede observarse, cada almidón tiene diferencias que lo distinguen de los demás.

El tamaño del gránulo del almidón de "achira" lo diferencia fácilmente de los de la yuca y maíz, que además tienen el hilum en el centro del gránulo y la correspondiente cruz central a la luz polarizada.

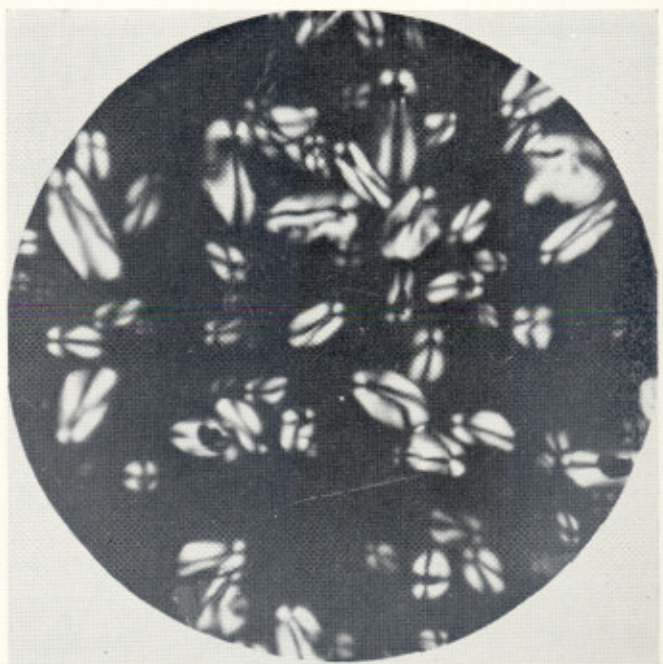
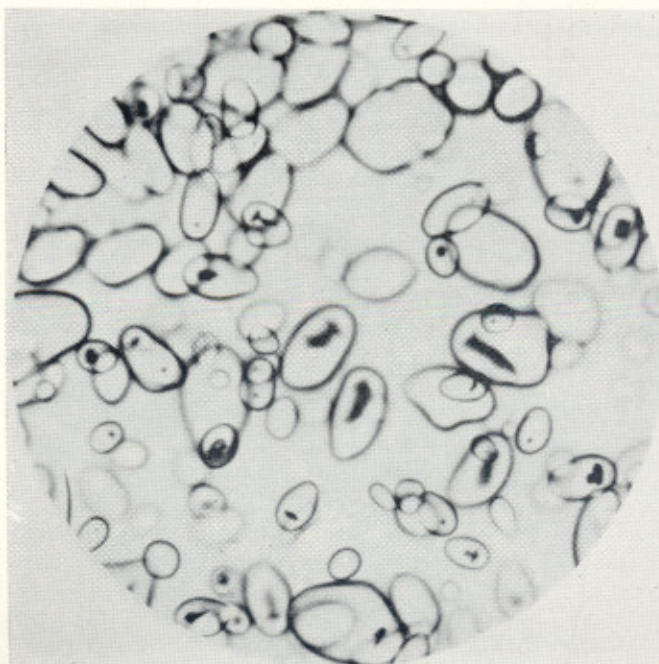
Los gránulos de los almidones de "achira" y papa son ovoidales y tienen ambos el hilum excéntrico pero más pronunciado y menos difuso en este último. A la luz polarizada ambos presentan una V, que es clara y bien delineada en el de "achira" e irregular y difusa en el de papa.

Debe tenerse en cuenta que las microfotografías presentadas no reproducen fielmente los detalles que se observan directamente y los cuales permiten en la práctica una identificación más fácil.

OBSERVACION DE GRANULOS DE 4 ALMIDONES A LA LUZ NORMAL Y POLARIZADA



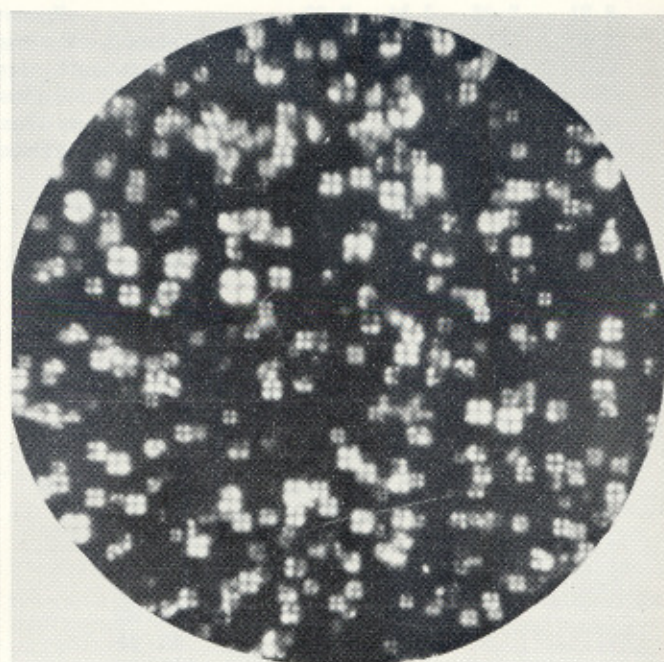
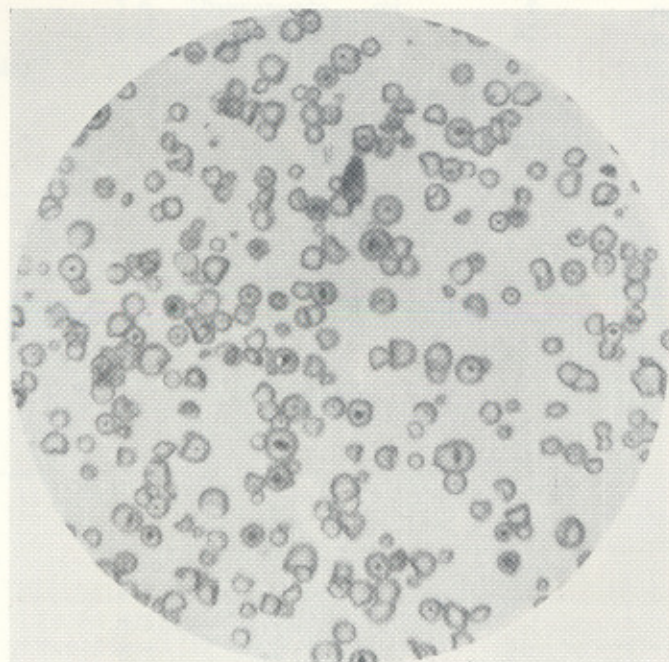
FOTOMICROGRAFÍA N° 11: Gránulos de Almidón de "achira".



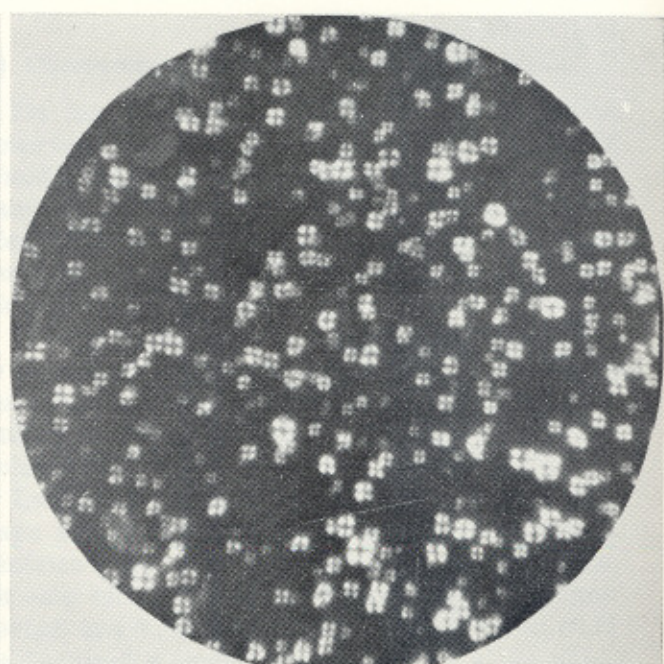
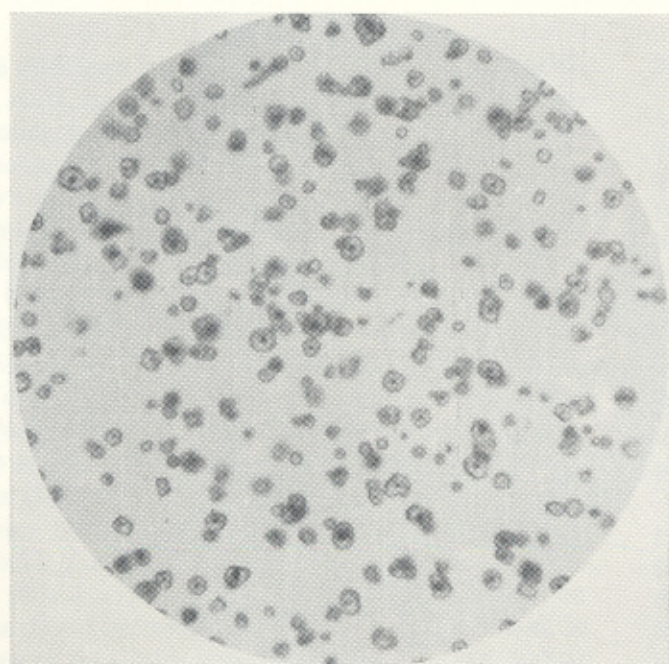
FOTOMICROGRAFÍA N° 12: Gránulos de Almidón de papa.

OBSERVACION DE GRANULOS DE 4 ALMIDONES A LA LUZ NORMAL Y POLARIZADA

(Continuación)



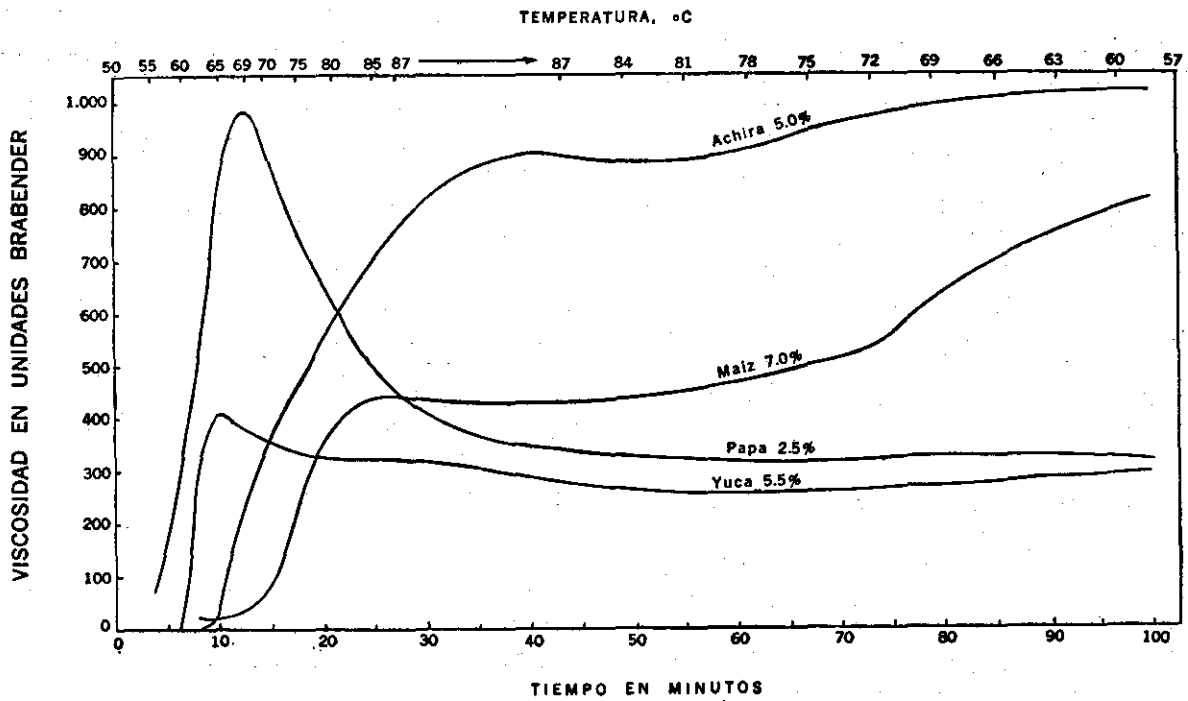
FOTOMICROGRAFÍA N° 13: Gránulos de Almidón de yuca.



FOTOMICROGRAFÍA N° 14: Gránulos de Almidón de maíz.

# CAMBIOS DE VISCOSIDAD BRABENDER DE CUATRO ALMIDONES A DIFERENTES TEMPERATURAS

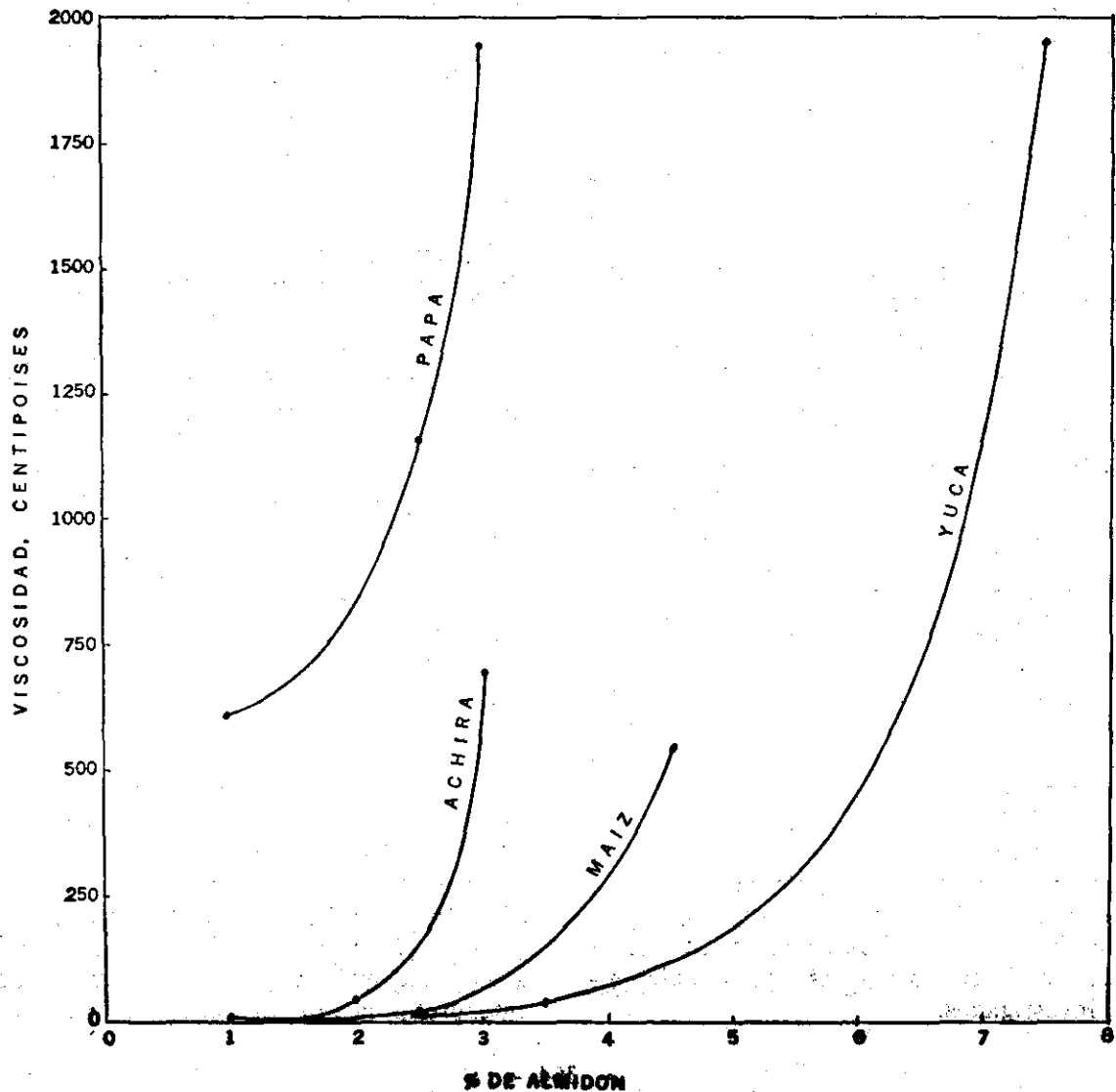
Gráfico No. 1



# VISCOSIDAD DE CUATRO ALMIDONES EN FUNCION DE LA CONCENTRACION

VISCOSIMETRO HOEPLER - TEMPERATURA 20°C

Gráfico No. 2



**CARACTERISTICAS QUIMICAS  
ESTUDIADAS DEL ALMIDON DE "ACHIRA"**

Se estudiaron tres características químicas del almidón de "achira" relacionadas con su constitución química, su comportamiento físico y su utilización en biscochería. En primer lugar se confirmó, por cromatografía, que la glucosa es el monosacárido elemental de este almidón. En segundo lugar se determinó su adsorción de yodo con el fin de evaluar su contenido de amilosa. Por último, se hicieron observaciones a diferentes temperaturas de calentamiento para determinar su temperatura de pirólisis. Todos estos ensayos se hicieron simultáneamente con almidones de yuca, maíz y papa.

**1— Determinación del monosacárido elemental.**

La glucosa es el monosacárido elemental de todos los almidones. Aun cuando desde el punto de vista teórico era de esperar que también lo fuera para el almidón de "achira", se confirmó experimentalmente por medio de cromatografía ascendente en papel.

Con el objeto de conocer los diferentes polisacáridos que se producen durante la degradación del almidón, se efectuó una hidrólisis ácida parcial. Se utilizaron almidones purificados de "achira", maíz, papa y yuca, todos los cuales se hidrolizaron hasta que la solución resultante daba una coloración pardo rojiza al yodo.

Estas soluciones, junto con mosto de cerveza enriquecido con una pentosa (1 - arabinosa), se analizaron por medio de la técnica de cromatografía ascendente en papel de Green y Stone (26), aplicándolas por medio de un dispositivo Spinco-Beckman de banda, en vez de la técnica de gota utilizada por dichos autores.

En la fotografía número 15 se puede observar el cromatograma obtenido, en el cual el mosto de cerveza se utiliza como patrón, de acuerdo con su muy estudiada composición (26).

Pese a la defectuosa irrigación del solvente, el cromatograma muestra la presencia de 6 polisacáridos (maltoheptosa, maltohexosa, maltopentosa, maltotetrosa, maltotriosa y maltosa), una hexosa (glucosa) y trazas de otros dos monosacáridos en los hidrolizados parciales de todos los cuatro almidones.

En el lado izquierdo de la fotografía se alcanza a apreciar la mancha correspondiente a la 1-arabinosa del cromatograma duplicado hecho simultáneamente en el mismo papel. De manera que aun cuando el Rf de los distintos azúcares está desplazado verticalmente, debido a defecto en la irrigación del solvente, la presencia de este mismo desplazamiento en el cromatograma contiguo permite concluir que los 6 polisacáridos y el monosacárido elemental son los mismos en los cuatro almidones investigados.

**2— Evaluación de la fracción amilosa.**

La estructura de las dos fracciones que contiene el almidón y la proporción variable en que se encuentran explican muchas de sus propiedades físicas y químicas.

El análisis de la proporción de las dos fracciones, amilosa y amilopectina, lo desarrollaron Bates *et al.* (28) con base en la adsorción de yodo por el almidón y explicada por la hipótesis de Hanes (25) de que la amilosa, fracción lineal, tiene una configuración helicoidal que le permite acomodar yodo. En cambio, la amilopectina, fracción ramificada, no tiene esta configuración y en consecuencia su adsorción de yodo es muy baja. La técnica de Bates, modificada por Lansky y Schoch (29, 30), permite la determinación cuantitativa de la adsorción de yodo, la cual es un valor característico y diferente para cada tipo de almidón que permite conocer la proporción relativa de la fracción amilosa.

En la gráfica número 3 y en el cuadro número 4, se muestran y resumen los resultados obtenidos con almidón de "achira", papa, maíz y yuca.

TABLA Nº 4

AFINIDAD DE YODO DE CUATRO ALMIDONES

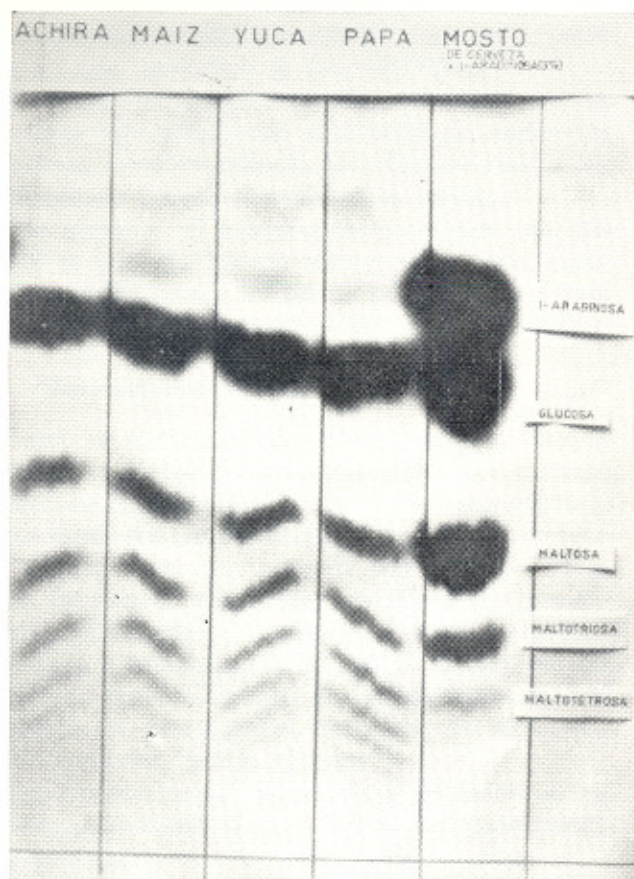
ALMIDON	% de humedad	Mg. de yodo adsorbidos por 100 mg. de almidón	% de afinidad de yodo (base seca)
"Achira"	13,5	6,10	7,05
Maíz	5,8	5,60	5,94
Papa	10,9	5,05	5,66
Yuca	8,2	4,35	4,73

De acuerdo con estos resultados el almidón de "achira" tiene el valor más alto de afinidad de yodo dentro de los almidones analizados (7,05%). Este alto valor de afinidad de yodo indica que su contenido de amilosa está entre los más altos presentes en almidones nativos, y puede catalogarse entre los de mayor contenido.

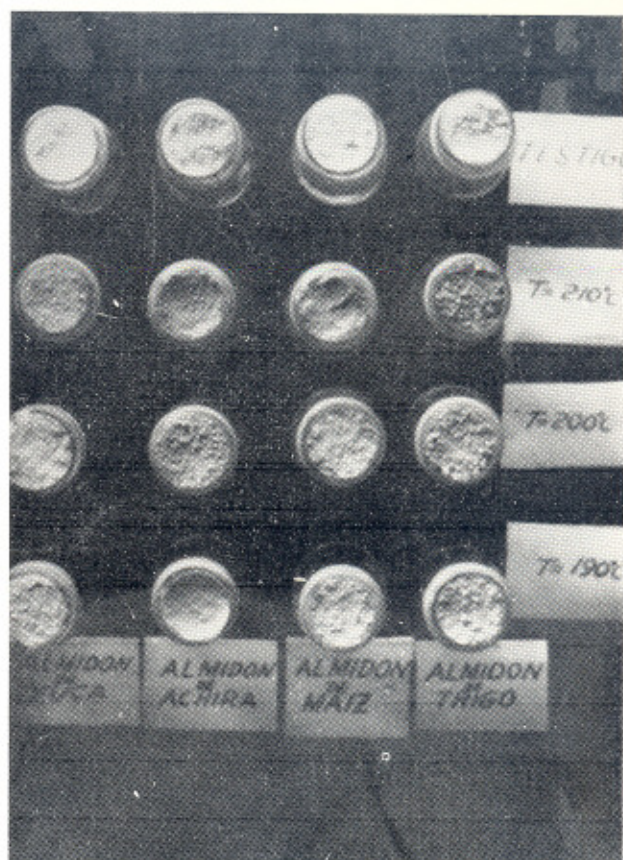
Uno de estos últimos, por ejemplo, el que se encuentra en los bulbos del lirio de Florencia (Easter lily) tiene una afinidad de yodo de 6,5% y un contenido de amilosa de 34%. Esta última cifra fue determinada por Kerr y Severson (32) con base en un patrón de amilosa cristalina extraída del maíz.

En este trabajo no se expresan los resultados como porcentaje de amilosa ya que, según Lansky *et al.* (29), no se ha clarificado la posible existencia de fracciones intermedias, lo cual constituye una dificultad para escoger el tipo de fracción lineal que deba usarse como patrón de referencia.

Sin embargo, el alto contenido de amilosa del almidón de "achira" está confirmado por la alta y muy estable viscosidad de sus soles calentados a alta temperatura (87°C), como ya se discutió al interpretar la gráfica número 1. Además, la for-



FOTOGRAFÍA N° 15: Cromatograma de soluciones parcialmente hidrolizadas de cuatro almidones y mosto de cerveza.



FOTOGRAFÍA N° 16: Observaciones de pirólisis de almidón de "achira", maíz, yuca y trigo.



FOTOGRAFÍA N° 17: Bizcochos de "achira" en su empaque tradicional.

mación de geles firmes a baja concentración de este almidón (tabla número 3) está de acuerdo con un alto contenido de fracción lineal.

Haciendo un análisis similar con cada uno de los otros tres almidones analizados se encuentra la misma relación entre la afinidad de yodo y las propiedades físicas mencionadas arriba.

Por ejemplo, el almidón de papa con una afinidad de yodo de 5,66 da soles poco estables a elevada temperatura y no forma geles firmes a concentraciones relativamente altas.

### 3 — Observaciones de pirólisis.

Como se verá más adelante, la temperatura de pirólisis es factor determinante del sabor característico del bizcocho de "achira". Por esta razón se determinó esta temperatura, tanto para el almidón de "achira" como para los de trigo, maíz y yuca.

Se fabricaron conos con los almidones previamente purificados, los cuales se secaron durante una hora a temperatura de 150°C. Luego, en una estufa de convección forzada, se calentaron de 150 a 220°C en incrementos sucesivos de 10°C, durante periodos de 15 minutos.

Las observaciones del grado de tostación se resumen en la tabla número 5 y se ilustran aproximadamente en la fotografía número 16.

Tomando como temperatura de descomposición el denominado como "pirólisis intensa", se observa que el almidón de trigo se descompone a 180°C, los de maíz y "achira" a 190 y el de yuca a 200°C.

La prueba organoléptica del almidón de "achira" no mostró el sabor característico del bizcocho a ninguna de las temperaturas ensayadas. Es decir, que el almidón en sí mismo, aún sujeto a pirólisis no produce este sabor, el cual, como más adelante se verá, solo se forma en presencia simultánea de cuajada de leche y almidón de "achira".

No se encontró ninguna correlación entre el tamaño de los gránulos o la afinidad de yodo y la temperatura de pirólisis de los cuatro almidones.

T A B L A N º 5

OBSERVACIONES SOBRE PIROLISIS DE 4 ALMIDONES  
A DIFERENTES TEMPERATURAS

Almidón	150°C	160°C	170°C	180°C	190°C	200°C	210°C	220°C
Yuca	0	0	1 +	2 +	2 +	3 +	3 +	5 +
"Achira"	0	0	1 +	2 +	3 +	3 +	4 +	5 +
Maíz	0	1 +	2 +	2 +	3 +	3 +	4 +	5 +
Trigo	1 +	1 +	2 +	3 +	3 +	4 +	4 +	5 +

0 = sin pirólisis.

1 + = primeros signos de pirólisis.

2 + = pirólisis algo pronunciada.

3 + = pirólisis intensa.

4 + = tostado pronunciado.

5 + = quemado.

## EL BIZCOCHO DE 'ACHIRA'

El desconocimiento de las propiedades físicas y químicas del almidón de "achira", estudiadas en el presente trabajo, explica por qué no ha sido utilizado hasta ahora sino en la fabricación de bizcochos.

El objeto de este capítulo es el de estudiar los aspectos generales de su fabricación para poder explicar su textura y sabor característicos, no encontrados en productos similares preparados con almidones corrientes.

### 1 — Su elaboración.

Se observó en el municipio de Altamira, Huila, que el bizcocho de "achira" o "calentano" se elabora con este almidón y cuajada de leche, además de cantidades menores de huevo, mantequilla y sal. La proporción de almidón a cuajada varía de 1:1 a 1:3, según la localidad, lo cual explica la ubicación de las fábricas en sitios que disponen de leche abundante y barata.

El horneo del bizcocho es una operación delicada que comprende dos etapas. En la primera la masa se somete durante corto tiempo a una temperatura muy elevada, cerca de 250°C, que produce una pirólisis más o menos intensa determinante del sabor y de su intensidad. En la segunda etapa se somete el bizcocho a una temperatura moderada hasta que se seca completamente y adquiere su textura característica. El producto final tiene una humedad muy baja y su conservación debe hacerse en empaques a prueba de humedad.

### 2 — Metodología seguida para las pruebas organolépticas.

Estas pruebas se hicieron con un grupo de catadores experimentados del Laboratorio de Investigaciones de la Cervecería Bavaria, S. A. Se pidió a los catadores anotar especialmente sus observaciones sobre textura, sabor y su intensidad, calificando de acuerdo con estas observaciones de 0 a 5.

El objetivo de todas las pruebas realizadas fue el de encontrar diferencias notables que permitieran su análisis estadístico y evitaran un número considerable de pruebas por fuera de las posibilidades de este estudio.

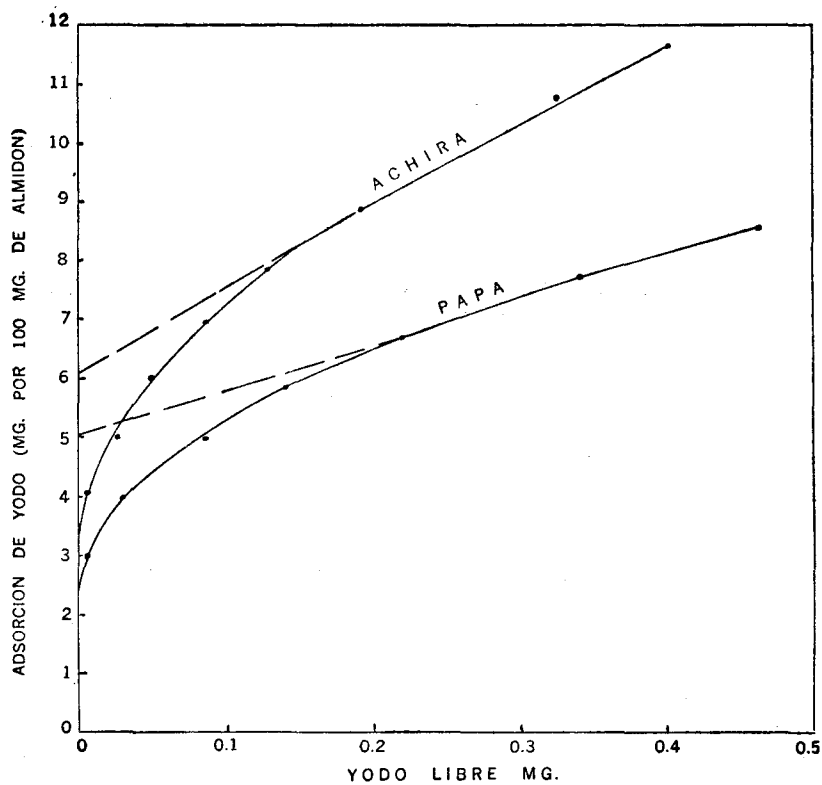
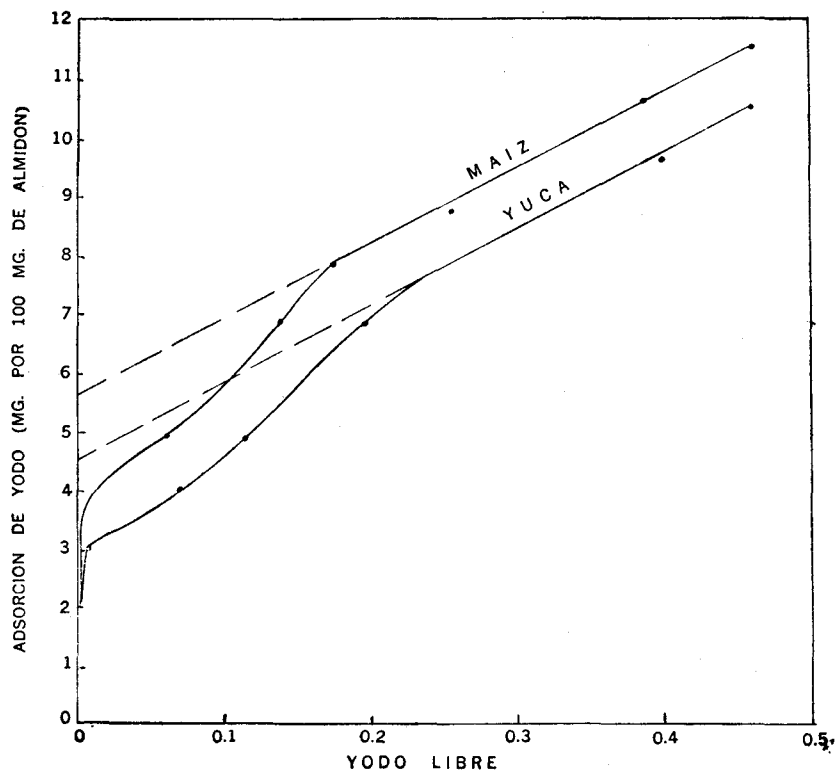
### 3 — La formación del sabor.

#### a) Efecto de la temperatura.

Durante el estudio de las características químicas, se observó que una masa hecha exclusivamente con almidón de "achira" no adquiría el sabor característico del bizcocho cuando se la sometía a diferentes grados de tratamiento térmico, aun alcanzando su temperatura de pirólisis.

# MEDICION POTENCIOMETRICA DE ADSORCION DE YODO EN CUATRO ALMIDONES

Gráfico No. 3



Posteriormente se encontró que la masa preparada con cuajada, almidón y los demás ingredientes menores ya mencionados, no adquiriría tampoco el sabor característico al calentarla a temperaturas por debajo de 180°C, aun por tiempos prolongados. Por encima de esta temperatura, que corresponde a la zona de pirólisis encontrada para el almidón, comienza a formarse el sabor y puede llegar a alcanzar una intensidad tal que se vuelve hostigante. Por este motivo, muchos de los bizcochos de "achira" que se venden son sometidos a un raspado previo al horneado final, cuando la pirólisis inicial ha sido excesiva.

b) *Efecto del tiempo de horneo.*

En vista de que con el horneo tradicional no era posible obtener resultados reproducibles, se buscó un tiempo óptimo de horneo para temperatura constante de 209°C. Los resultados de la prueba organoléptica correspondiente se presentan en la Tabla Nº 6.

T A B L A Nº 6

FUERZA SENSORIAL DE BIZCOCHOS PREPARADOS CON DIFERENTES TIEMPOS DE HORNEADO A 209°C.

	Calentamiento en minutos				
	15	20	25	30	35
Número de catadores..	4	4	4	4	4
Calificación mediana..	1,5	1,0	3,0	3,0	4,5
Límites..	0-4,0	0-2,0	2,0-3,0	2,0-4,0	4,0-5,0

Esta prueba ilustra la influencia decisiva de los factores tiempo y temperatura en la formación del sabor, el cual fue nulo a 15 minutos de calen-

tamiento y óptimo a 35. Para uno de los catadores este tiempo fue excesivo.

Se encontró una diferencia significativa al nivel del 5% entre el calentamiento a 35 minutos y el resto de los tratamientos.

c) *Efecto de la procedencia y de la refinación por lavado.*

Con el objeto de determinar si las impurezas del almidón de "achira" comercial eran las causantes del sabor característico del bizcocho, se prepararon muestras con almidones de Neiva, Garzón y Altamira, las cuales no mostraron diferencia alguna en la prueba organoléptica, tal como puede observarse en la Tabla 7.

T A B L A Nº 7

PRUEBA SENSORIAL DE BIZCOCHOS DE "ACHIRA" ELABORADOS CON ALMIDONES DE TRES PROCEDENCIAS

	Altamira	Neiva	Garzón
Numero de catadores..	7	7	7
Calificación mediana ..	4.0	4.0	4.0
Límites . . . . .	2.5-5.0	3.5-4.5	3.0-5.0
<i>Concepto predominante.</i>			
Aroma . . . . .	no	mejor	mejor
Textura . . . . .	arenosa	arenosa	arenosa
Sabor. . . . .	bueno (más)	bueno	bueno (más)
Intensidad . . . . .	media	media	alta

Con el mismo fin se prepararon bizcochos con almidones de Garzón y Altamira, lavados con agua repetidas veces por decantación, y se compararon

T A B L A Nº 8

PRUEBAS SENSORIALES DE BIZCOCHOS DE "ACHIRA", PREPARADOS CON ALMIDONES LAVADOS Y SIN LAVAR

PROCEDENCIA	Garzón		Garzón		Altamira	
	Sin lavar	Lavado	Sin lavar	Lavado	Sin lavar	Lavado
Tratamiento						
Número de catadores . . . . .	7	7	7	7	6	6
Calificación, mediana . . . . .	4.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.7
Límites . . . . .	2,0-5,0	2,0-5,0	1,0-5,0	2,0-5,0	3,5-4,0	2,0-5,0

*Características predominantes:*

Textura . . . . .					Buena	Muy buena
Intensidad de sabor. . . . .	++			++		++
Análisis estadístico * . . . . .	No significativa		No significativa		No significativa	

\* Prueba de comparación de pares (31).

contra bizcochos hechos con almidón sin lavar de la misma procedencia. No se encontró diferencia significativa en ninguna de las tres pruebas realizadas, como se puede observar en la Tabla N° 8.

En conclusión, el almidón de "achira", mezclado con cuajada de leche y calentado suficientemente a la temperatura de pirólisis, produce un bizcocho de sabor característico aun cuando el almidón sea lavado intensamente con agua.

Podría explicarse la propiedad anterior como debido al alto contenido de amilosa del almidón de "achira". En efecto, la probable configuración helicoidal de la fracción lineal le permite atrapar por adsorción sustancias que pueden acomodarse espacialmente entre ella y que no son eliminadas por un sencillo lavado con agua (25, 34).

#### 4 — Comparación organoléptica de bizcochos elaborados con cuatro almidones.

Con el fin de valorar la influencia del almidón de "achira" en la calidad de los bizcochos, se prepararon muestras con este almidón y los de yuca, maíz y trigo.

Los resultados de una prueba organoléptica comparativa se presentan en la Tabla N° 9. De acuerdo con el análisis de los resultados, la diferencia encontrada favorable al bizcocho de "achira" es significativa al nivel del 1%.

Los catadores dieron su preferencia por el bizcocho de "achira" debido a su textura granulosa y a su sabor característicos. Los demás almidones dan al bizcocho un sabor y una textura muy diferentes.

T A B L A N° 9

PRUEBAS SENSORIALES DE BIZCOCHOS PREPARADOS CON ALMIDONES DIFERENTES

A L M I D O N	"Achira"	Maíz	Yuca	Trigo
Número de catadores ... ..	8	8	8	8
Calificación mediana ... ..	4.0	3.0	2.5	2.5
Límites ... ..	3,5-5,0	1,0-3,5	1,0-3,5	2,0-3,5

*Característica predominante:*

Aroma ... ..	Normal	Normal	Normal	Normal
Textura ... ..	Arenosa	No arenosa	Menos arenosa	A pan
Dureza ... ..	Normal	Algo dura	Dura	Normal
Sabor ... ..	Típico	Simple	Extraño	Bueno

#### CONCLUSIONES

La planta conocida en el sur de Colombia como "achira" y de la cual se extrae el almidón del mismo nombre, coincide con la descripción taxonómica de la *Canna edulis Ker* que se encuentra en los registros botánicos.

La *Canna edulis Ker*, cultivada en Colombia con fines comerciales se encuentra entre 1.500 y 2.000 metros sobre el nivel del mar, es decir, en climas cafeteros.

El procedimiento de extracción del almidón es similar al empleado para otros almidones, como el de yuca.

De acuerdo con su afinidad de yodo, su contenido de amilosa es superior al de maíz y puede catalogarse entre los de mayor contenido de los almidones nativos.

El tamaño del gránulo del almidón de "achira" tiene un valor promedio de 64 micrones que lo diferencia, junto con su apariencia a la luz polarizada, de los demás almidones conocidos.

Su temperatura inicial de gelatinización es de 65°C y requiere un tiempo largo de cocimiento, produciendo soles de alta viscosidad a bajas concentraciones relativas, estables al calentamiento

prolongado. Este comportamiento, junto con los geles firmes que produce, está de acuerdo con el alto contenido de amilosa encontrado en este estudio. Asimismo, la transparencia de sus geles está de acuerdo con el gran tamaño de sus gránulos.

La pirólisis del almidón de "achira" comienza a una temperatura de 180°C. Por encima de esta temperatura debe hacerse el horneado del bizcocho elaborado con dicho almidón para que adquiera su sabor característico. Este sabor no se produce en condiciones similares, con los almidones de maíz,

yuca o trigo. El almidón de "achira" calentado aisladamente tampoco produce ese sabor.

El lavado intensivo del almidón no modifica estas características organolépticas, lo que demuestra que no son impurezas del almidón comercial las causantes del sabor.

Se atribuye este fenómeno al alto contenido de amilosa, cuyas cadenas lineares de configuración helicoidal pueden atrapar por adsorción sustancias que se acomodan espacialmente entre ellas y que no son eliminadas por un sencillo lavado con agua.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Diccionario Enciclopédico Salvat. 1962, 10ª ed. T. 3.
2. INFANTES, Juana. Universidad de San Marcos, Lima. Información personal.
3. MOSCOSO, R. M., 1943. Catálogo de la Flora Dominicana. Universidad de Santo Domingo. Parte I, Spermatophyta: 89. New York.
4. STANDLEY, Paul C., 1937. Flor of Costa Rica, Field. Mus. Nat. Hist. Bot. Series, Vol. XVIII (1): 191. Chicago.
5. STANDLEY, Paul C. y Julian A. STEYENMARK, 1952. Flora of Guatemala, in Field. Botany. Vol. 24 (III). 204. Chicago.
6. PITTIER, H., *et al.*, 1945. Catálogo de la Flora Venezolana. T. I: 186. Caracas.
7. MACBRIDE, J. Francis, 1936. Flora of Perú, Field. Mus. Nat. Hist. Bot. Series, Vol. XIII (1): 738. Chicago.
8. WINKLER, Hubert, 1930. In Engler, Die Natürlichen Pflanzenfamilien. 2ª Ed. T. 15º: 654. Leipzig.
9. KRANZLIN, Fr., 1912. In Engler, das Pflanzenreich, Cannaceae, IV, 47:64. Leipzig.
10. ENGLER'S, A., 1964. Syllabus der Pflanzenfamilien. T. I: 611. Berlín.
11. IDROBO, Jesús. Universidad Nacional de Colombia. Información personal.
12. HOOKER, J. D. y B. D. JACKSON, 1895. Index Kewensis. T. I: 412. Oxford.
13. GRAY HERBARIUM, Index Cards. Harvard University. Cambridge. Mass.
14. PÉREZ ARBELÁEZ, E., 1956. Plantas Útiles de Colombia, 3ª Redacción: 254.
15. URIBE, J. A., 1941. In Uribe Uribe L., S. J. Flora de Antioquia. 84. Medellín.
16. HILL, A. F., 1952. Economic Botany, 2nd. Edition, McGraw-Hill. Book Company, Inc. New York.
17. Herbario Nacional Colombiano de la Universidad Nacional.
18. BAILEY, L. H., 1961. Manual of Cultivated Plants, most commonly grown in the Continental U. S. and Canadá. Sixth Ed. The MacMillan Co. New York.
19. International Code of Botanical Nomenclature. 1961.
20. LAWRENCE, 1951. Taxonomy of Vascular Plants.
21. CORN STARCH, 1958. 2nd. Edition. New York, Corn Industries Research Foundation, Inc. p. 14.
22. MACMASTERS, M. M., I. A. WOLFF, 1959. Characteristics of Cereals as Food & Feed. Samuel A. Matz Editor. The AVI Publishing Company Inc. 569-93.
23. ALLEN, R. M., 1958. Photomicrography D. Van Nostrand Company Inc. p. 419.
24. RADLEY, J. A., 1953. "La reacción de almidón con yodo", en J. A. Radley Almidón y sus derivados, 3rd. Ed. Revised. E. H. Tripp. Chapman & Hall Ltd. London.
25. MOE, Owen A., 1953. The physical and Chemical Characteristics of Starch and its Derivatives. In Brautlecht C. A. Almidón, sus fuentes, producción y usos, Reinhold Publishing Corp. New York, 354-386.
26. GREEN, S. R. and Irwin STONE, 1952. Fermentabilidad de trisacáridos de mosto, un factor en atenuaciones variables. Reimpreso de proceedings, A. S. B. C., Annual Meeting, Wallerstein Laboratories, New York, N. Y.
27. SCHOCH, T. J., 1942. Procedimientos de desengrase para almidones. J. Am. Chem. Soc., 64, 2954.
28. BATES, F. L., *et al.*, 1943. Contenido de amilosa y amilopectina de almidones por su formación de complejo con yodo, J. Am. Chem. Soc. 65, 142-148.
29. LANSKY S., KOOI M. y T. J. SCHOCH, 1949. Propiedades de fracciones y subfracciones lineales de varios almidones. J. Am. Chem. Soc. 71, 4066-4075.
30. SCHOCH, T. J., 1957. Preparación del almidón y fracciones del almidón. En Methods in Enzimology. Vol. III. Colowick. SP. y Kaplan, N. O. Editores, Academic Inc., New York.
31. KRAMER, A. y B. A. TWIGG, 1962. Fundamentals of Quality Control for the Food Industry. The AVI Publishing Co. Inc. (1962), Apéndice I, Outline of Statistical Methods, pp. 448-454.
32. KERR, R. W. y G. M. SEVERSON, 1943. G. M. J. Am. Chem. Soc. 65. 1154-1157.
33. PEAT, S., 1954. The Biological Function of Starch. In J. A. Radley Almidón y sus derivados. 3rd. Edition, Revised E. H. Tripp Editor Chapman & Hall Ltd. London, Vol. I.
34. SCHOCH, T. J., 1962. Recientes adelantos en la Química del Almidón. The Brewer's Digest (February).
35. HAWORTH, W. N., 1929. In Fifty years of progress in starch Chemistry by Sansted, R. M. Published in Cereal Science Today (June-1965).

36. SULLIVAN, C. O. Chem. Soc. Trans, 1872, 25, 579. In J. A. Radley. Cap. 3. Vol. I.
37. HOUGH, L. y J. K. N. JONES, 1954. The chemical evidence for the Structure of Starch in J. A. Radley. Cap. 3. Vol. I.
38. MACY, Rudolph, 1958. Química Orgánica simplificada. 2nd. Ed. Chemical Publishing Company, N. Y. P. 452, 1958.
39. WHISTLER, R. L. y W. M. CORBETT, 1957. Polysaccharides. In Ward Pigman "The Carbohydrates". Academic Press Inc. New York.
40. HIRST, E. L. y J. K. N. JONES, 1945. Nature, 156, 785-786. En J. A. Radley "Las fracciones del almidón", por Schoch T. J.
41. *National's Exploration of Starch*. National Starch & Chemical Corp.
42. SCHOCH, T. J. y A. L. ELDER, 1955. Starches in the Food Industry, in *Advances in Chemistry*, Series N<sup>o</sup> 12. Uses of sugars and other carbohydrates in the Food Industry. Am. Chem. Soc. 21-34.
43. MEYER, S. B. *et al.*, 1961. Introduction to plant physiology D. Van Nostrand Company.
44. SMITH, R. J., 1964. Viscosity of Starch Pastes. In *Methods in Carbohydrate Chemistry* by Whistler R. L. Academic Press. New York. London.
45. RADLEY, J. A., 1953. Starch and its Derivatives. Third Ed. (Revised). E. H. Tripp Editor, Chapman & Hall Ltd. London. 2 Vols.

UNA FIGURA MAS ENTRE LOS BOTANICOS DE COLOMBIA

Por ENRIQUE PEREZ ARBELAEZ

Uno de los frutos más interesantes del Foro de Florencia y Simposio de Leticia que, con carácter biológico, se celebraron en enero del presente año, 1969, fue la adición de un nuevo nombre, el de *Carlos Bertero*, a la lista brillante de los botánicos que han aportado sus fatigas al reconocimiento científico, minucioso, documentado e internacional de la flora colombiana. Una vez más la vegetación del país se manifiesta como el móvil más poderoso para atraer a nuestro territorio inteligencias de avanzada, y voluntades de sacrificio.

En la larga y erudita *Bibliografía Colombiana de Viajes —Viajeros Colombianos— Viajeros Extranjeros en Colombia*, que escribió y en 1954 imprimió ese gran investigador de nuestra cultura, que es el doctor Gabriel Giraldo Jaramillo, digno como ningún otro, de encabezar nuestra recién nacida política gubernamental de ciencias, en esa *Bibliografía*, digo, donde se hallan nombres de casi todos los exploradores botánicos de nuestro territorio, faltan los de Luis Née, del P. Louis Feuillé, y el de Bertero. Eso se debe a que ninguno de estos tres científicos dejó un relato de su viaje ni del itinerario que siguió y esto explica también porque Née, Feuillé y Bertero escaparon, hasta ahora, a los historiadores de la Botánica en el Nuevo Reino de Granada.

De Née habla en muchas de sus páginas la *Biografía de José C. Mutis* por Federico Gredilla. Fue botánico de la expedición de Don Alejandro, Marqués de Malaspina, aunque no el único, pues a su lado figuró Tadeo Haenke, activo colector. La expedición zarpó de Cádiz el 30 de julio de 1789 para fondear en Montevideo cincuenta y un días después; contorneó el continente suramericano por su lado del Pacífico, se detuvo en Panamá, que fue el punto donde Née se relacionó con el Nuevo Reino de Granada y con la historia de la botánica en Colombia; siguió a Acapulco y Filipinas, para completar, por el Cabo de Hornos, su regreso al Atlántico y a España. Allí el Marqués de Malaspina fue condenado a prisión en el castillo de San Antonio de la bahía de la Coruña. Las colecciones de Née que subían de las 10.000 especies, pasaron, en parte, a Cavanilles, quien publicó muchas de ellas en su *Icones*; otra mitad quedó en manos de Née para que les diera el acabado; pero él sólo alcanzó a imprimir sobre unas pocas, entre ellas el abacá filipino, *Musa textilis*, y la lechuguilla acuática, *Pistia stratiotes*, que las aves litorales migratorias han vuelto cosmopolita. Una carta de

Née para Don José C. Mutis, publicada por Gredilla y en el Epistolario del sabio gaditano por G. Hernández de Alba, en ambos sin fecha, da cuenta de sus viajes y hallazgos, con especial referencia al dichoso pleito de las quinás. (Sobre Née y la expedición de Malaspina me han servido de fuentes: Carlos E. Chardon, *Los Naturalistas en la América Latina*, Ciudad Trujillo, 1949, en las págs. 102 a 106; además, el libro manuscrito por Don Enrique Alvarez López, del Jardín Botánico de Madrid, con título: *La Botánica Hispana, no mutisiana, en el siglo XVIII*. De este Libro se publicaron extractos ensamblados como capítulo V del tomo I introductorio de la Flora de Mutis).

El mismo Gabriel Giraldo Jaramillo, en la Revista "Cuadernos", fundada en 1953, dirigida por Germán Arciniegas y publicada en París, en el N° 87 de agosto de 1964, redimió del olvido al P. Louis Feuillé (n. en Provenza 1660-m. en Marsella en 1732). Era religioso de la Orden de los Mínimos, botánico y astrónomo; publicó libros de ambas disciplinas, muy importantes en su tiempo, los que le merecieron un sillón en la Real Academia de Ciencias de París. En 1704 desembarcó en Cartagena para una larga permanencia. Por eso Giraldo Jaramillo titula su artículo: "Un Precursor de las Expediciones Botánicas, el Padre *Louis Feuillé*".

Para quienes asistimos al Foro de Florencia, fue muy importante la comunicación del Padre doctor Giovanni Piovano, venido de Italia para ese encuentro biológico en que nos dió a conocer la enérgica personalidad, los méritos científicos y el luctuoso final de su compatriota *Carlos Bertero*. La comunicación de Piovano, que aparecerá próximamente, según esperamos, en las Actas del Foro de Florencia y del Simposio de Leticia, lleva este título: *La Primera Aportación Italiana al Conocimiento de la Flora Colombiana. Las Colecciones del doctor Carlos Bertero*. Si su distinguido autor la pudo presentar con orgullo, en una reunión internacional de Biología Tropical Amazónica celebrada en nuestro país y en la capital del Caquetá, puerta de la Amazonia, para nosotros los colombianos significa una figura más en la serie luminosa de los botánicos de mayor categoría, atraída a nuestro territorio por el magnetismo de la flora patria y de nuestra privilegiada posición geográfica, en el momento menos propicio para todo viaje de serena investigación. Se confirma así la verdad de un viejo aforismo: mientras los polí-

ticos viven al día y se extinguen cada tarde, los científicos viven su mundo aislado, que es perenne porque su objetivo es construir el futuro.

Dice así Piovano: "El doctor Carlos Bertero, nacido el 14 de octubre de 1789 en Santa Victoria de Alba, en Piamonte, ahora conocida en todo el mundo por los establecimientos enológicos Cinzano: a los 22 años se doctoraba, en el 1811, en medicina, en la Universidad de Turín, con una tesis médico-botánica: "*Specimen medicum nonnullas species indígenas continens exoticis succedaneis*."

En la Universidad de Turín tuvo como profesor de Botánica al célebre Juan Bautista Balbis, director del Huerto Botánico desde 1801 al 1814, pero ya antes el doctor Bertero fue introducido en los secretos de la Botánica por el doctor José Camisola, autor de la *Flora Astese*.

Al doctor Bertero, estimado siempre por sus maestros, se le presentaba un brillante porvenir: le ofrecieron actividades remunerativas, pero él, no queriendo inclinarse a las directivas del gobierno de su tiempo, rechaza cargos y dignidades universitarias, no obstante las precarias condiciones en que se encontraba, dedicándose particularmente al estudio de la botánica.

Se familiariza con los trabajos de Bartolomé Caceta, de Carlos Allioni, de Ludovico Vellardi, de Juan Bautista Balbis; las excursiones de Cornaglia, de Molineri, de Piottaz, de Giusta a través del Piamonte, inflaman a C. Bertero, recorriendo casi todo el Piamonte, desde los Alpes hasta las colinas de las Langas, recogiendo y clasificando una cantidad de plantas conservadas actualmente en el *Herbario General* del Instituto Botánico de Turín. Durante dos años se dedica a la Flora del Piamonte.

En el 1816 el doctor Bertero sale de su Patria para profundizar su trabajo en el extranjero. Pero antes quiso pasar por París para encontrarse con el celeberrimo Persoon, con recomendación del Profesor Balbis y de su amigo Luis Colla. El Profesor Balbis, de Turín, pasó a la Universidad de Pavía.

En París traba amistad cordial con los Botánicos contemporáneos; al mismo tiempo se perfecciona en el estudio del castellano y del inglés con el fin de prepararse a las exploraciones de los territorios ultramarinos que tenía intención de visitar. El General Foujaz de Saint Fond, que entonces partía para las Antillas, bajo invitación de Persoon, le propone ser médico en la nave *Guadalupe* y él acepta, contento de poder entrar finalmente en contacto con la Flora Tropical. Durante el viaje todos fueron afectados por la fiebre amarilla, pero las medicaciones preparadas por C. Bertero salvaron a la tripulación, la cual le demostró el más rico agradecimiento y le dió gran fama, hasta el punto que al desembarcar en Martinica fue acogido con extraordinarios honores.

En Martinica se apreció cuánto valía como médico y como naturalista; se le ofreció la dirección

del Huerto Botánico y del Museo de Historia Natural a condición de que desempeñara estos dos cargos por dos años. El doctor Bertero no aceptó, para quedar libre y dedicarse a sus investigaciones.

Prosiguió el viaje hacia Guadalupe, que abandona en el 1818; en el 1819 visita Saint Thomé, y desde el 1819 al 1821 se traslada a Puerto Rico, a Santo Domingo, a Haití, y finalmente a Nueva Granada, Colombia.

Las localidades de Colombia por las que peregrinó Bertero son: Santa Marta, Barranquilla, Cartagena, Mompox y a través del río Magdalena.

Los movimientos de insurrección que lo alejaron de las Antillas le alejaron también de Colombia. Durante el viaje los piratas asaltaron la nave que le conducía, lo despojaron de todo lo que tenía, conservando solamente los paquetes de plantas que llevó a Europa y que casi todos los regaló a los amigos.

Vuelto a Piamonte, pensaba enriquecer la *Flora Pedemontana* de Allioni; emprendió de nuevo las exploraciones de montañas y llanuras, recogiendo un importante arsenal de trabajo, que serviría al abogado Colla para la redacción de sus seis volúmenes de *Herbarium Pedemontanum*.

Pero su pensamiento era siempre atraído por el trópico, y en el 1827 vuelve a París, encontrando a Persoon.

Traba amistad con Benjamín Delessert y con Augusto Piramo de Candolle: con ellos estudia las localidades americanas que pretendía visitar y por mutuo acuerdo se lleva a cabo la exploración de Chile. Bertero parte de Le Havre en el 1827, y después de 112 días de viaje desembarca en Santiago de Chile.

En marzo de 1828 parte para Roncagua; en el mes de mayo llega a Valparaiso, pasando después a la Isla Juan Fernández, a Mas a Tierra y Mas a Fuera. En la isla Juan Fernández recoge 300 especies de fanerógamas, alrededor de 2000 ejemplares.

En septiembre de 1830 parte para Tahití, donde recoge un rico material botánico. Una parte de este material lo lleva consigo en el 1831, durante el viaje de regreso, cuando la pequeña embarcación, destrozada por las olas, se sumerge en el Pacífico.

Con aquella embarcación perecía el doctor Bertero, italiano, y desaparecía también una gran cantidad de material botánico, recogido y preparado por él, todo lo que llevaba consigo, para poder estudiarlo hábilmente en Europa, fruto de su estancia en Tahití.

La trágica pérdida del doctor Bertero, en la flor de la vida, impresionó particularmente a los grandes botánicos de su tiempo: con él moría no solamente un escrupuloso indagador de la flora de Polinesia, sino también uno de los principales peritos de la flora Suramericana y de América Central. Se había abierto entre las filas de los botánicos un vacío que difícilmente se podría colmar.

El doctor Bertero enseñó a los botánicos millares de plantas. Candolle le dedicó el género *Berte-roa* (de la familia de *Cruciferae*); y alrededor de 300 plantas fueron dedicadas a su nombre por los Botánicos de entonces.

Hooker & Arnott, A. de Jussieu, Guellermin, Kunth, Dellie, Montagne, de Candolle, Colla, Morris, De Caine, Delessert, Née, Trinius, Balbis, Sprengel, Urban, Philippi, Vignolo-Lutati, etc., publicaron las plantas que él había recogido.

La parte de las plantas que dejó en Tahití las enviaron a París y, vendidas en pública subasta, fueron a parar a Alemania.

Las plantas tropicales que seleccionó el doctor Bertero se encuentran en los Museos y Huertos Botánicos de Turín, Ginebra, Berlín, París, Florencia, Mónaco, Wurburgo, Bolonia.

Las plantas de Chile se encuentran en Turín, París, Ginebra, Berlín, Kew, Londres (British Museum), Nancy, Leida, Montpellier, Marburg.

El doctor Bertero dejó un voluminoso manuscrito sobre las plantas tropicales, dividido en fascículos, de 1095 páginas, en el que trata de 1746 especies diversas.

Las plantas de Colombia las describe en el fascículo XI (año 1820): *Stirpium ad flumen Magdalenae in America Meridionali lectarum descriptiones*: fascículos XII, XIII y XIV: *America Australi Lectae* (año 1821).

En el manuscrito tenemos las descripciones de muchísimas plantas las cuales él consideraba como nuevas, o al menos como distintas a aquellas descritas por Willdenow o por otros autores.

Recordando los grandes precursores beneméritos de la Botánica colombiana, podemos poner, al lado de Mutis, Humboldt y Bonpland, al doctor Carlos Bertero, a la misma altura".

A los anteriores datos biográficos de Carlos Bertero, añade el Padre Piovano la lista de las plantas colectadas por el malogrado botánico en Colombia, especies que se conservan en el Instituto Botánico de Turín. No me ha parecido adecuado copiar ese catálogo en la revista de la Academia porque es algo largo para ella y los interesados colombianos podrán consultarlo fácilmente en las *Actas del Foro de Florencia y Simposio de Leticia, 1969*, libro próximo a su edición, al cual se dará la difusión conveniente y amplia.

El fin que nos propusimos está cumplido, pues era sólo añadir el nombre de Carlos Bertero a la serie de los botánicos que trabajaron en Colombia.

Mientras nuestro pueblo se debatía en las guerras de su emancipación y sus campesinos, enardecidos por esperanzas de libertad, se agitaban, un italiano fascinado colectaba especímenes de vegetales, los desecaba al sol del trópico y los atesoraba, como trofeos del pensamiento científico de su patria.

Su trágico fin me devuelve a la memoria las palabras de C. Christ, pteridólogo suizo, dichas a propósito de cierto botánico alemán que se ahogó en un río de Colombia cuando trató de alcanzar un helecho que pendía sobre las aguas:

*"Habent sua fata filices"*.

Hasta los helechos tienen sus hados.

# INFECCION NATURAL DE *MUS MUSCULUS* CON *TRYPANOSOMA CRUZI*, EN UNA REGION DE COLOMBIA, S. A.<sup>1</sup>

Por A. MORALES-ALARCON<sup>2</sup>, A. CORREDOR-ARJONA<sup>3</sup>,  
E. OSORNO-MESA<sup>2</sup> y J. PARRA-MARQUEZ<sup>4</sup>

*Mus musculus* ha sido encontrado infectado en condiciones naturales con *Trypanosoma cruzi* en Estados Unidos (Packchian, 1942) y Brasil (Correa & Schiavi, 1963). Este trabajo tiene por objeto informar el hallazgo de varios ejemplares de *Mus musculus* infectados naturalmente con *T. cruzi* en la vereda de Munantá, Municipio de Guateque, Departamento de Boyacá, como parte de un trabajo que sobre reservorios silvestres y domiciliados de *T. cruzi* se adelanta en Colombia.

## MATERIAL Y METODOS

Los ratones se capturaron en octubre de 1968 en la vereda de Munantá, muy cerca a la población de Guateque, situada a 5° 00' 15" Lat. N. y 0° 36' 49" Long. E.

La vereda de Munantá es una zona rural, en donde predomina el minifundio, cuyos moradores se dedican al cultivo del maíz, haba, arveja, frijol y frutas. Las viviendas, construídas en su mayoría en paredes de bahareque y techo de paja, constituyen el típico rancho y están situadas a una altura que fluctúa entre 1.430 a 1.500 metros sobre el nivel del mar. El número de viviendas de la vereda es de 51 y albergaban, en el momento de la encuesta, 164 habitantes. Todas fueron investigadas para presencia de Triatominae intradomiciliarias, encontrándose 37 positivas a *Rhodnius prolixus* o sea el 72,54%. Se aisló *T. cruzi* de *R. prolixus* en 9 de las 37 casas infestadas; en el interior de estas viviendas se colocaron trampas para captura de ratones domiciliados.

A los ratones capturados se les hizo xenodiagnóstico utilizando en cada caso 10 ninfas de *R. prolixus* de 3º y 4º estadio, criadas en el laboratorio y alimentadas en ave. A cada ratón se le tomó sangre de la cola para gotas gruesas que se colorearon con Giemsa. Posteriormente se sacrificaron y se extrajo corazón, hígado, bazo, páncreas y riñón para cortes histológicos que se colorearon con Hematoxilina-eosina en busca de formas leishmanioides. Los ratones se conservaron en solución de formol para su determinación.

Las ninfas de *R. prolixus* se empezaron a examinar, en deyección y hemolinfa, después de 20 días de verificado el xenodiagnóstico y a los 60 días de observación los ejemplares negativos se desecharon; los positivos, a formas flageladas, se

trituran en solución salina y se inoculaban por vía intraperitoneal, a grupos de ratones blanco-suizo de 6-8 días de edad. Cuando los ratones inoculados enfermaban o presentaban parasitemia, se les hacía xenodiagnóstico y hemocultivo para conservación de la cepa, gota gruesa de sangre periférica y se extraía corazón para estudio histopatológico.

Se estudió la morfología de las formas flageladas encontradas en sangre periférica.

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En las 9 casas estudiadas se logró capturar un total de 22 ratones domiciliados *Mus musculus*, de los cuales 7 fueron positivos para *T. cruzi* y en 15 no se encontraron flagelados.

Los resultados del estudio de las formas flageladas encontradas en los 7 ratones positivos se muestran en el Cuadro N° 1.

De los 7 ratones *Mus musculus* positivos a *T. cruzi*, solo en 3 se pudo demostrar flagelados al examen en gota gruesa pero el xenodiagnóstico fue positivo en 5 de ellos lo que corrobora una vez más la alta sensibilidad del xenodiagnóstico; sin embargo, el ratón N° 3, positivo al examen en gota gruesa, fue negativo en xenodiagnóstico, siendo este el único *Mus musculus* con forma leishmanioides en el corazón.

La inoculación por vía intraperitoneal a ratones blanco-suizo del material de macerados de *R. prolixus* procedente de los 5 xenodiagnósticos positivos de *Mus musculus*, fue positiva en todos los casos. El resultado del hemocultivo de estos ratones blanco-suizo inoculados, fue positivo en tres, negativo en uno y el otro se contaminó.

En todos los ratones blanco-suizo inoculados con las 5 cepas de *Trypanosoma* de *Mus musculus*, positivos en xenodiagnóstico, se logró demostrar formas leishmanioides en los cortes de corazón.

<sup>1</sup> Trabajo realizado en el Instituto Nacional de Salud, División del Instituto Nacional para Programas Especiales de Salud.

<sup>2</sup> Sección de Entomología, Instituto Nacional de Salud, Apartado Aéreo 3495, Bogotá, Colombia, S. A.

<sup>3</sup> Jefe del Sub-Grupo de Parasitología del Instituto Nacional de Salud, Profesor de Parasitología, Facultad de Medicina, Universidad Nacional, Apartado Aéreo 3495, Bogotá, Colombia, S. A.

<sup>4</sup> Instructor Asistente, Cátedra de Parasitología, Facultad de Medicina, Universidad Nacional, Apartado Aéreo 3495, Bogotá, Colombia, S. A.

Se hizo estudio biométrico de los trypanosomas encontrados en sangre periférica, cuyas medidas promedias, en micras, se muestran en el Cuadro N° 2.

Las medidas de los trypanosomas de los ratones *Mus musculus* números 1, 2, 4, 5 y 6, con xenodiagnóstico positivo, se hicieron en extendidos de sangre periférica de los ratones blanco-suizo inoculados.

La biometría de los trypanosomas de los *Mus musculus* números 3 y 7 se hizo en las gotas gruesas tomadas de la sangre periférica de estos ratones.

Los resultados de todas las medidas promedias concuerdan con los límites de variación del *Trypanosoma cruzi*.

En conclusión, se demostró la infección por *T. cruzi*, en condiciones naturales, en 7 de 22 *Mus musculus* capturados. En 5 de ellos tal demostración se hizo por pruebas biológicas y morfología. En los otros dos, el xenodiagnóstico fue negativo con gota gruesa positiva y el examen histopatológico, para formas leishmanioides de los cortes de órganos de estos dos *Mus musculus*, fue positivo en el corazón de uno y negativo en el otro ejemplar. En este último llegamos a la conclusión de que se trataba de *Trypanosoma* semejante a *cruzi* por biometría y aspecto morfológico.

En ninguno de los xenodiagnósticos positivos se encontró hemolinfoparasitismo.

No se encontraron formas leishmanioides en órganos distintos a corazón.

Es esta la primera vez que se demuestra la infección natural de *Mus musculus* por *Trypanosoma cruzi* en Colombia. El alto porcentaje, 31.8% de *Mus musculus* encontrados infectados, en casas en las cuales previamente se había demostrado la infección de *R. prolixus* por *T. cruzi*, induce a pensar que esta especie de ratón desempeñe importante papel como reservorio del *Trypanosoma cruzi* en la región.

#### RESUMEN

Se demuestra la infección natural por *T. cruzi* en 7 de 22 *Mus musculus* capturados dentro de 9

viviendas en la vereda de Munantá, Municipio de Guateque, Departamento de Boyacá. Se hace estudio biológico y morfológico de las cepas aisladas. Se llama la atención acerca de la posible importancia de estos roedores como reservorios de *Trypanosoma cruzi* en esa área rural. Es esta la primera vez que se demuestra la infección natural de *Mus musculus* por *T. cruzi* en Colombia, S. A.

#### SUMMARY

Natural infection by *T. cruzi* in 7 out of 22 *Mus musculus* captured in 9 huts of the rural area of Munantá (Guateque), Department of Boyacá, is demonstrated for the first time in Colombia, S. A.

Biologic and morphologic studies of the isolated strains are done.

The importance of these rodents as reservoirs of *T. cruzi* in that rural area is stressed.

#### AGRADECIMIENTOS

Nuestras más expresivas gracias por su valiosa colaboración en la realización de este trabajo, al doctor Bernardo Buitrago, de la Sección de Patología y a las Bacteriólogas Elvia Cáceres V., Marina de Sánchez, Sonia Páez G. y María Mercedes Santacruz. A la señora Paulina Muñoz de Hoyos por la determinación de los roedores capturados.

Nuestros agradecimientos a los señores Jesús Antonio Ochoa y Jorge Matéus por su ayuda en el trabajo de campo.

#### BIBLIOGRAFIA

- PACKCHANIAN, A., 1942. Reservoir hosts of Chagas disease in the State of Texas. *Am. J. Trop. Med.* 22: 623 - 631.
- CORREA, R. R., SILVA, E. O. R. & SCHIAVI, A., 1963. Observações sobre o *Pastrongylus megistus*, transmissor da moléstia de Chagas (Hemiptera, Reduviidae). *Arq. Hig. & Saude Publ.*, 28: 165 - 174.

CUADRO N° 1

RESULTADO DEL ESTUDIO DE SIETE RATONES MUS MUSCULUS NATURALMENTE INFECTADOS CON TRYPANOSOMA CRUZI.

	1	2	3	4	5	6	7
Gota gruesa sangre periférica <i>Mus musculus</i> ... ..	(—)	(—)	(+)	(—)	(+)	(—)	(+)
Xenodiagnóstico	(+)	(+)	(—)	(+)	(+)	(+)	(—)
a <i>Mus musculus</i>	(—)	(—)	(—)	(—)	(—)	(—)	(—)
Formas leishmanioides en corazón <i>Mus musculus</i> ... ..	(—)	(—)	(+)	(—)	(—)	(—)	
Parasitemia en ratón blanco - suizo inoculado con deyección de <i>R. prolixus</i> xenodiagnóstico de <i>Mus musculus</i> ..	(+)	(+)		(+)	(+)	(+)	
Hemocultivo de formas flageladas de ratón blanco - suizo.	Contaminado	(+)		(+)	(+)	(—)	
Formas leishmanioides en corazón de ratón blanco - suizo inoculado ... ..	(+)	(+)		(+)	(+)	(+)	

CUADRO N° 2

PROMEDIOS BIOMETRICOS DE LAS 7 CEPAS AISLADAS DE MUS MUSCULUS \*

Nº de la cepa	1	2	3	4	5	6	7
Centro del núcleo a extremo anterior excluyendo el flagelo libre ... .. .	6.50	6.10	5.20	6.10	5.20	6.10	4.70
Centro del núcleo a extremo posterior ... .. .	7.80	7.80	9.50	9.10	7.90	8.70	6.70
Centro del cinetoplasto a extremo posterior ... .. .	1.10	2.10	1.70	1.90	0.95	1.10	0.72
Centro del cinetoplasto a centro del núcleo. ... .. .	6.10	5.75	7.50	7.10	7.00	7.60	5.95
Longitud del núcleo ... .. .	2.50	3.50	3.25	3.25	1.85	2.40	2.40
Cinetoplasto ... .. .	1.25	1.25	1.25	1.25	1.20	1.25	1.25
Ancho del cuerpo excluyendo la membrana ondulante ...	2.10	1.65	1.30	1.90	2.15	2.20	1.35
Longitud del flagelo libre ... .. .	6.50	6.00	5.60	6.30	5.40	6.40	8.50
Longitud total incluyendo el flagelo libre ... .. .	21	19.75	20.40	21.50	18.60	21.20	19.90

\* Expresado en micras.

## IV-LUTZOMYIA LONGIPALPIS (LUTZ &amp; NEIVA,

1912) EN COLOMBIA, S. A.

E. OSORNO-MESA\*, A. MORALES-ALARCON\* y F. DE OSORNO\*

La importancia epidemiológica de *Lutzomyia longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912) en la transmisión de Kala-azar en las Américas, fue evidenciada por diversos investigadores.

El primer hallazgo de Leishmaniasis visceral en Colombia lo hizo Gast Galvis<sup>1</sup> en el estudio histopatológico del hígado de una niña de 3 años que murió, en noviembre de 1942, en la localidad de Soledad, Municipio de San Vicente de Chucurí, Santander. En esta localidad A. Gast Galvis, E. Osorno - Mesa y O. Mangabeira hicieron capturas de *Lutzomyia* y *Brumptomyia*, material entomológico determinado posteriormente por Italo A. Sherlock<sup>2</sup> con el siguiente resultado:

## Capturas en tronco de árbol:

*Lutzomyia camposi* (Rodríguez, 1950).

*Lutzomyia triramula* (Fairchild & Hertig, 1952).

## Capturas en gallinero:

*Lutzomyia dubitans* (Sherlock, 1962).

*Lutzomyia gasti* (Sherlock, 1962).

## Capturas en cueva de armadillos:

*Brumptomyia beaupertuyi* (Ortiz, 1954).

*Brumptomyia mesai* (Sherlock, 1962).

*Lutzomyia saulensis* (Floch & Abonnenc, 1944).

*Lutzomyia dubitans* (Sherlock, 1962).

En 1960, Gómez Vargas<sup>3</sup> comunicó el hallazgo de dos casos de Leishmaniasis visceral en personas adultas procedentes de dos localidades del Departamento de Santander.

En 1966, Sarabia<sup>4</sup>, informa el cuarto caso de Kala-azar en Colombia, del Municipio de Ospina Pérez, Departamento de Cundinamarca.

A finales de 1968 los médicos del Hospital Infantil "Lorencita Villegas de Santos" de Bogotá, Jorge García Cuestas, Jaime Pérez Norzagaray y colaboradores diagnosticaron 3 casos de Kala-azar en niños, dos de los cuales provenían del Municipio de Melgar, en el Departamento del Tolima y uno del Municipio de Tocaima, Departamento de Cundinamarca.

El objetivo del presente trabajo es comunicar el hallazgo de *L. longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912) en dos localidades de Colombia, en una de las cuales hacía poco tiempo, se había diagnosticado un caso de Kala-azar.

El primer registro de *L. longipalpis* se hizo en un lote de Phlebotominae enviado a los autores, para su determinación, por el doctor C. J. Marin-kelle de la Universidad de los Andes de Bogotá. La especie estaba representada por dos machos y una hembra capturados con trampa de luz, enero de 1967, en un túnel construido para conducción de agua, por tubería, aproximadamente a 4 kilómetros de la ciudad de Honda, Departamento del Tolima. El túnel albergaba murciélagos de las especies *Carollia perspicillata* y *Desmodes rotundus*. Esta zona corresponde a la denominación de bosque seco tropical con altura de 229 metros sobre el nivel del mar y temperatura media de 29°C. La ciudad de Honda está situada a 5° 12' 34" Lat. N. y 0° 39' 23" Long. W.

El segundo registro de *L. longipalpis* se verificó en la vereda El Aguila, Municipio de Melgar, Departamento del Tolima, a 580 metros sobre el nivel del mar. Este Municipio está situado a 4° 12' 27" Lat. N y 0° 33' 36" Long. W de Bogotá.

La vereda mencionada se visitó en busca de Phlebotominae, debido al hallazgo reciente, en ese lugar, de un caso de Kala-azar con diagnóstico parasitológico. Esta zona corresponde a una formación vegetal de bosque seco tropical que "tiene como límites climáticos una temperatura media superior a 24°C y un promedio de lluvia anual entre 1.000 y 2.000 mm. Se presenta en zonas cuya elevación puede estar entre 0 y 1.100 metros sobre el nivel del mar, con variaciones debidas a efectos locales"<sup>5</sup>.

La vereda El Aguila es una región de terreno en declive, de suelo pedregoso y con abundantes rocas, ocupada en su mayor parte por potreros dedicados a la ganadería. En mínima extensión hay cultivos diversos, especialmente plátano y café. Los árboles grandes de bosque secundario y

\* Instituto Nacional para Programas Especiales de Salud —INPES— Sección de Entomología, Apartado Aéreo 3495, Bogotá, Colombia, S. A.

## SUMMARY

*Lutzomyia longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912) was found in two localities of Colombia S. A.; two males and a female were collected in Honda, Tolima. The second finding, 9 males and 24 females, were captured in El Aguila, Melgar, Tolima, where a case of visceral leishmaniasis had been registered recently.

## AGRADECIMIENTOS

Al doctor Guillermo Restrepo, Director del IN-PES, por su valioso estímulo en el desarrollo de programas de investigación; al doctor Augusto Corredor Arjona, Jefe del Subgrupo de Parasitología; al señor Guillermo Varela S. por los dibujos que ilustran este trabajo y al señor Jesús A. Ochoa, Ayudante de Campo, por su colaboración en la consecución de material.

## BIBLIOGRAFIA

1. GAST GALVIS, A., 1944. Primer caso de Leishmaniasis visceral en Colombia. *Anales de la Sociedad de Biología de Bogotá*, 1: 124 - 125.
2. SHERLOCK, I. A., 1962. Sobre algunos *Phlebotomus* e *Brumptomyia* de Colombia (Diptera, Psychodidae), Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Tomo 60, fascículo 3, pp. 321 - 336.
3. GÓMEZ VARGAS, A., 1960. Comunicación preliminar sobre dos casos de Leishmaniasis visceral. *Revista de la Facultad de Medicina*, Bogotá, 28 (4 - 6): 43 - 47.
4. SARABIA, J., 1966. Comunicación personal.
5. ESPINEL, L. S. y MONTENEGRO, E., 1963. Formaciones vegetales de Colombia. *Publicación del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi"*, Departamento Agrológico, Bogotá, p. 52.
6. OSORNO - MESA, E., OSORNO DE F. y MORALES - ALARCÓN, A., 1968. Modificaciones a una técnica para montaje permanente de *Phlebotomus*. *Lozania*, N° 15, pp. 1 - 4.

la vegetación arbórea se concentran a lo largo de pequeñas corrientes de agua que atraviesan la región.

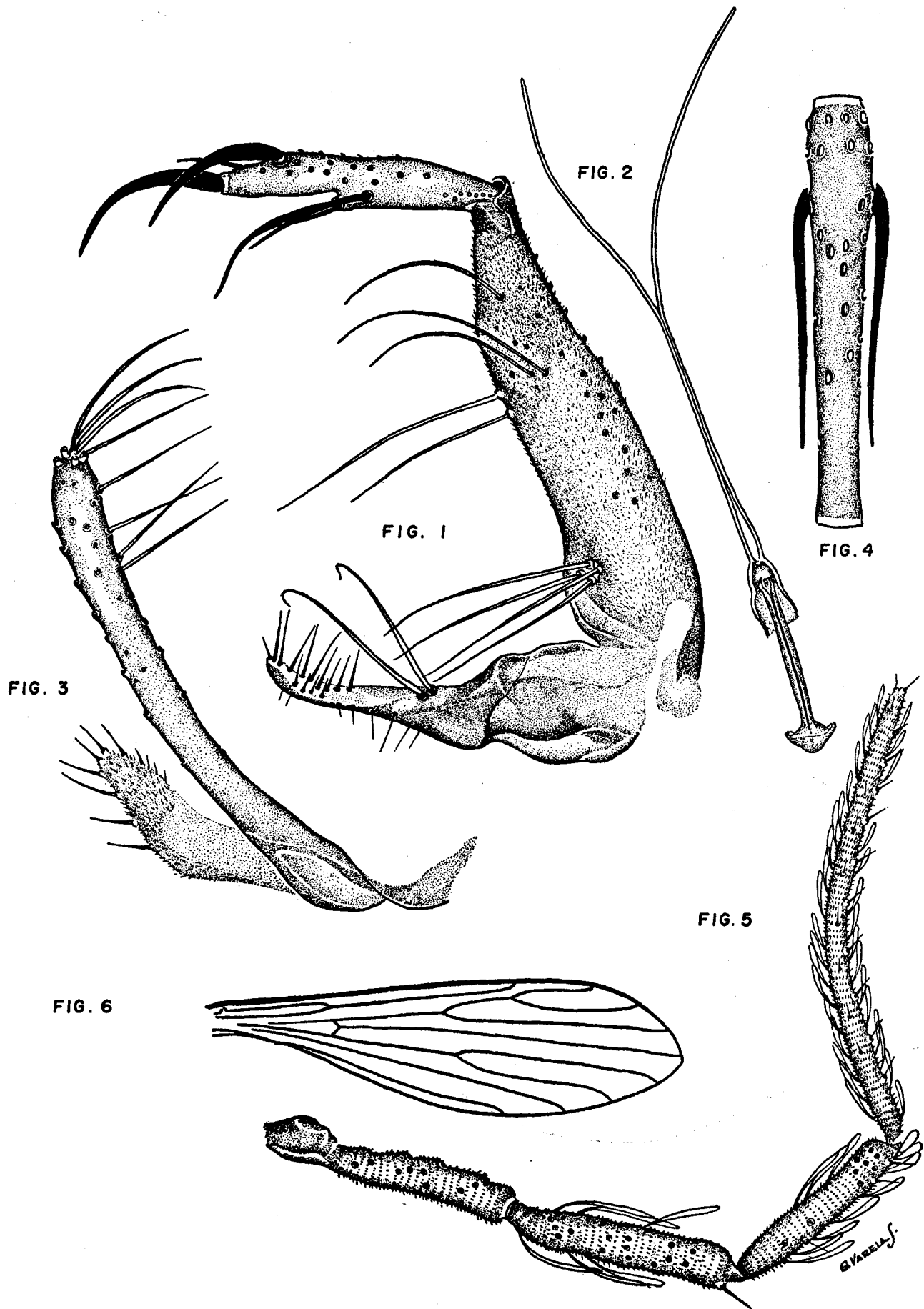
La densidad de población es baja y gran parte de sus habitantes se dedica a la ganadería. Las habitaciones humanas son en su mayoría rústicas, construídas con paredes de barro pisado y techadas con hoja de palma, teja de zinc o de barro.

El 20 de diciembre de 1968, en la vereda El Aguila se hizo búsqueda diurna de sitios en reposo intra y peridomiciliarios en donde había enfermado un niño con diagnóstico de Kala-azar. No se encontró ningún ejemplar reposando dentro de la casa. Muy cerca de la vivienda, en grietas y oquedades de grandes rocas, que son abundantes en la región, se capturaron 9 machos y 24 hembras de *L. longipalpis* y 1 hembra de *L. trinidadensis*. En hueco de árbol se colectaron 2 machos de *L. trinidadensis* y 1 macho de *L. pilosa*. Para las capturas se utilizaron tubos de succión y los ejemplares se conservaron en alcohol de 70°. El montaje y coloración se hizo de acuerdo a la técnica de Mercurio-Cromo-Formol<sup>6</sup>.

En las planchas I y II se muestran los dibujos, hechos con cámara lúcida, de las principales estructuras de 1 macho y 1 hembra de *L. longipalpis* capturados en la vereda El Aguila.

## RESUMEN

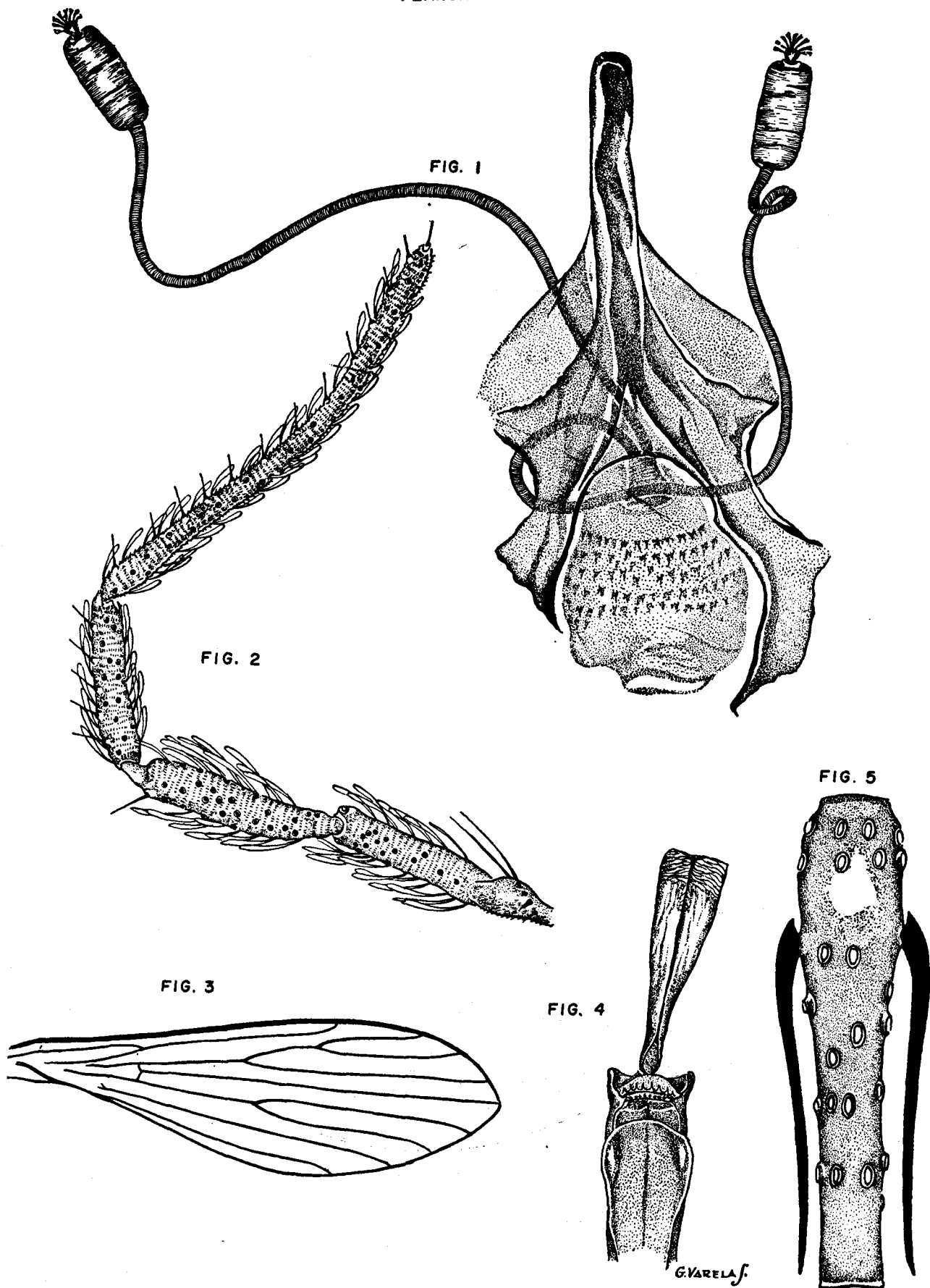
Se informa el hallazgo de *L. longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912), en dos localidades de Colombia, S. A. El primer registro, dos machos y una hembra, se hizo en el Municipio de Honda, Tolima. El segundo registro, 9 machos y 24 hembras, se hizo en la vereda El Aguila, Melgar, Tolima. En esta última región recientemente había sido diagnosticado un caso de Leishmaniasis visceral.



*L. longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912)

Preparación Nº 2.805 - INPES

FIGURA 1. Basistilo, dististilo y parámero. — FIGURA 2. Bomba eyaculadora y espículas. — FIGURA 3. Lóbulo lateral y lamela. — FIGURA 4. Ascoides. — FIGURA 5. Palpos. — FIGURA 6. Ala.



*L. longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912).

Preparación N° 2.756 - INPES

FIGURA 1. Espermateca. — FIGURA 2. Palpos. — FIGURA 3. Ala.

Preparación N° 2.751 - INPES

FIGURA 4. Cibario. — FIGURA 5. Ascoides.

# PHLEBOTOMINAE DE COLOMBIA (DIPTERA, PSYCHODIDAE)

## V - DESCRIPCION DE UNA NUEVA ESPECIE DE LUTZOMYIA \*

Por A. MORALES-ALARCON\*\*, E. OSORNO-MESA\*\*, F. DE OSORNO\*\* y P. MUÑOZ DE HOYOS\*\*

Este trabajo se refiere a la descripción de una nueva especie de *Lutzomyia*, colectada en el Departamento de Boyacá, República de Colombia, como parte del estudio que adelantamos acerca de la distribución geográfica, horizontal y vertical, de las especies de este género en nuestro país, en conexión con los estudios sobre Leishmaniasis cutánea y Leishmaniasis visceral que adelanta el Instituto Nacional de Salud.

Las medidas que damos en las descripciones se expresan en micras y se tomaron con contraste de fase. La longitud de la cabeza ha sido medida desde la base del clipeo; la longitud de la epifaringe desde su unión con el clipeo; la longitud del tórax desde el borde anterior del mesonoto al extremo posterior del escutelo. En la pompeta genital o bomba eyaculadora se dan las siguientes medidas: el largo total de la pompeta, la longitud del émbolo y la longitud de la cámara. La longitud total del ala se tomó desde el arranque de la subcosta. La anchura dada es la máxima que presenta el respectivo órgano.

Los dibujos se han hecho en cámara lúcida.

### *Lutzomyia spinicrassa* n. sp.

**Macho.** De aproximadamente 3 mm., mesonoto oscuro, pleuras claras.

**Cabeza:** Con una longitud de 244,8  $\mu$  como mínima y 264,0  $\mu$  como máxima. Clipeo con 105,6  $\mu$  y 124,8  $\mu$  de longitud mínima y máxima respectivamente. Epifaringe con 235,2  $\mu$  de longitud mínima y 255,5  $\mu$  de máxima longitud.

**Antenas** con las siguientes dimensiones en los artículos III a VI:

	MINIMA	MAXIMA
III ... ..	211,2 $\mu$	254,4 $\mu$
IV ... ..	100,8 $\mu$	120,0 $\mu$
V ... ..	96,0 $\mu$	110,4 $\mu$
VI ... ..	93,6 $\mu$	110,4 $\mu$

**Ascoides** (Fig. 1) alcanzando la parte media del respectivo segmento, con ligera prolongación posterior.

**Palpos** (Fig. 2) con fórmula, I - IV - II - III - V, con las siguientes dimensiones:

	MINIMA	MAXIMA
I + II ... ..	170,5 $\mu$	204,6 $\mu$
III ... ..	139,5 $\mu$	164,3 $\mu$
IV ... ..	91,2 $\mu$	111,6 $\mu$
V ... ..	316,8 $\mu$	393,6 $\mu$
Longitud total ... ..	747,7 $\mu$	856,6 $\mu$

**Tórax:** Mesonoto y escutelo oscuros, pleuras claras, mide de 523,6  $\mu$  a 606,9  $\mu$ .

**Alas** (Fig. 3) con las siguientes dimensiones:

	MINIMA	MAXIMA
Longitud total ... ..	1.666,0 $\mu$	1.904,0 $\mu$
Anchura máxima ... ..	464,1 $\mu$	595,0 $\mu$
Alpha ... ..	452,2 $\mu$	547,4 $\mu$
Beta ... ..	220,15 $\mu$	261,8 $\mu$
Gamma ... ..	130,9 $\mu$	226,1 $\mu$
Delta ... ..	309,4 $\mu$	368,9 $\mu$
Alpha ... ..	1,81	2,40
Beta		
Alpha ... ..	2,39	3,59
Delta		
Longitud ... ..	3,10	3,69
Anchura		

**Patas:** Miden los diversos artículos:

	PATA ANTERIOR	
	MINIMA	MAXIMA
Fémur ... ..	654,5 $\mu$	749,7 $\mu$
Tibia ... ..	714,0 $\mu$	809,2 $\mu$
Tarso I ... ..	416,5 $\mu$	476,0 $\mu$
Tarso II ... ..	214,2 $\mu$	249,9 $\mu$
Tarso III ... ..	130,9 $\mu$	166,6 $\mu$
Tarso IV ... ..	119,0 $\mu$	130,9 $\mu$
Tarso V ... ..	71,4 $\mu$	83,3 $\mu$
Tibia ... ..	1,03	1,24
Fémur		
Tarso I ... ..	1,75	1,94
Tarso II		

\* Trabajo realizado en el Instituto Nacional de Salud, Sección de Entomología, Bogotá, D. E., Colombia S. A.

\*\* Instituto Nacional de Salud, Sección de Entomología, Apartado Aéreo 3495, Bogotá, D. E., Colombia S. A.

PATA MEDIA		
	MINIMA	MAXIMA
Fémur ... ..	678,3 $\mu$	761,6 $\mu$
Tibia ... ..	862,75 $\mu$	975,8 $\mu$
Tarso I ... ..	499,8 $\mu$	583,1 $\mu$
Tarso II ... ..	232,05 $\mu$	285,6 $\mu$
Tarso III ... ..	142,8 $\mu$	178,5 $\mu$
Tarso IV ... ..	119,0 $\mu$	142,8 $\mu$
Tarso V ... ..	71,4 $\mu$	89,45 $\mu$
<u>Tibia</u>		
Fémur ... ..	1,23	1,35
<u>Tarso I</u>		
Tarso II ... ..	1,91	2,20

PATA POSTERIOR		
	MINIMA	MAXIMA
Fémur ... ..	749,7 $\mu$	856,8 $\mu$
Tibia ... ..	1.130,5 $\mu$	1.273,3 $\mu$
Tarso I ... ..	600,95 $\mu$	690,2 $\mu$
Tarso II ... ..	273,7 $\mu$	321,3 $\mu$
Tarso III ... ..	166,6 $\mu$	202,3 $\mu$
Tarso IV ... ..	142,8 $\mu$	166,6 $\mu$
Tarso V ... ..	71,4 $\mu$	95,2 $\mu$
<u>Tibia</u>		
Fémur	1,43	1,54
<u>Tarso I</u>		
Tarso II	2,02	2,30

Abdomen: Normal.

Genitalia: Como en la figura (Fig. 4).

Dististilo con 4 espinas y una cerdita subapical. La espinas del dististilo se disponen de la siguiente manera: una terminal muy gruesa, encorvada, que es muy característica, dos situadas en la mitad apical a distinto nivel y una muy cerca a la base del dististilo. Dististilo con 100,8  $\mu$  y 144,0  $\mu$  de longitudes mínima y máxima respectivamente.

Basistilo con 297,6  $\mu$  a 340,8  $\mu$  de longitud. En el basistilo se implanta, en su tercio basal, un mechón de cerdas delgadas, abundantes; en algunos ejemplares las cerdas describen ondulaciones. En la mitad apical se observan cerdas largas dispersas.

Parámero (Fig. 5) como en la figura, característico, con 38,4  $\mu$  a 67,2  $\mu$ .

Lamelas como en la figura.

Aparato espicular (Fig. 6). Embolo de 67,8  $\mu$  a 96,0  $\mu$  de longitud; cámara de 33,6  $\mu$  a 43,2  $\mu$  de longitud. Espículas o filamentos genitales de 336,0  $\mu$  a 400,8  $\mu$  de longitud.

Hembra. Mesonoto y escutelo oscuros, pleuras claras.

Cabeza: Con 273,6  $\mu$  a 296,15  $\mu$  de longitud. Clípeo con 129,6  $\mu$  a 158,4  $\mu$  de longitud.

Antenas con las siguientes dimensiones en los artículos III a VI:

	MINIMA	MAXIMA
III ... ..	216,0 $\mu$	259,2 $\mu$
IV ... ..	100,8 $\mu$	110,4 $\mu$
V ... ..	96,0 $\mu$	110,4 $\mu$
VI ... ..	91,2 $\mu$	105,6 $\mu$

Ascoides (Fig. 7) sobrepasando la parte media del respectivo segmento pero sin alcanzar el ápice, con ligera prolongación posterior.

Palpos (Fig. 8) con fórmula I - IV - III - II - V, se obtuvieron las siguientes dimensiones de los distintos segmentos:

	MINIMA	MAXIMA
I + II ... ..	244,8 $\mu$	292,8 $\mu$
III ... ..	172,8 $\mu$	206,4 $\mu$
IV ... ..	110,4 $\mu$	182,4 $\mu$
V ... ..	388,8 $\mu$	499,2 $\mu$
Longitud total ... ..	1.987,3 $\mu$	2.320,5 $\mu$

Cibario: (Fig. 9) con 4 dientes horizontales y una hilera de dientes verticales. Arco quitinoso presente, área pigmentada larga, faringe posterior con pequeñas espículas.

Tórax: Mesonoto y escutelo oscuros, pleuras claras, mide el tórax de 606,9  $\mu$  a 678,3  $\mu$ .

Alas: (Fig. 10) con las siguientes dimensiones:

	MINIMA	MAXIMA
Longitud total ... ..	1.987,3 $\mu$	2.320,5 $\mu$
Anchura máxima ... ..	606,9 $\mu$	735,8 $\mu$
Alpha ... ..	571,2 $\mu$	690,2 $\mu$
Beta ... ..	238,0 $\mu$	309,4 $\mu$
Gamma ... ..	368,9 $\mu$	452,2 $\mu$
Delta ... ..	178,5 $\mu$	297,5 $\mu$
<u>Alpha</u>		
Beta ... ..	1,98	2,63
<u>Alpha</u>		
Delta ... ..	2,14	3,29
<u>Delta</u>		
Longitud ... ..	3,01	3,6
Anchura		

Patatas: Los diversos segmentos de las patas anterior, media y posterior miden:

PATA ANTERIOR		
	MINIMA	MAXIMA
Fémur ... ..	714,0 $\mu$	844,9 $\mu$
Tibia ... ..	761,6 $\mu$	880,6 $\mu$
Tarso I ... ..	404,6 $\mu$	511,7 $\mu$
Tarso II ... ..	226,1 $\mu$	273,7 $\mu$
Tarso III ... ..	142,8 $\mu$	178,5 $\mu$
Tarso IV ... ..	130,9 $\mu$	154,7 $\mu$
Tarso V ... ..	71,4 $\mu$	95,2 $\mu$
<u>Tibia</u>		
Fémur	1,00	1,06
<u>Tarso I</u>		
Tarso II	1,70	1,89

PATA MEDIA		
	M'N MA	MAXIMA
Fémur ... ..	737,8 $\mu$	880,6 $\mu$
Tibia ... ..	904,4 $\mu$	1.091,8 $\mu$
Tarso I ... ..	535,8 $\mu$	618,8 $\mu$
Tarso II ... ..	249,9 $\mu$	309,4 $\mu$
Tarso III ... ..	154,7 $\mu$	202,3 $\mu$
Tarso IV ... ..	130,9 $\mu$	166,6 $\mu$
Tarso V ... ..	71,4 $\mu$	95,2 $\mu$
Tibia ... ..	1,13	1,30
Fémur		
Tarso I ... ..	1,92	2,14
Tarso II		

PATA POSTERIOR		
	MIN MA	MAXIMA
Fémur ... ..	797,3 $\mu$	952,0 $\mu$
Tibia ... ..	1.071,0 $\mu$	1.416,1 $\mu$
Tarso I ... ..	642,6 $\mu$	749,7 $\mu$
Tarso II ... ..	297,5 $\mu$	357,0 $\mu$
Tarso III ... ..	178,5 $\mu$	226,1 $\mu$
Tarso IV ... ..	154,7 $\mu$	190,4 $\mu$
Tarso V ... ..	71,4 $\mu$	95,2 $\mu$
Tibia ... ..	1,25	1,52
Fémur		
Tarso I ... ..	2,06	2,32
Tarso II		

Abdomen: Normal.

Espermateca: Como en la figura (Figs. 11 a 15), globosa, estriada, cabeza grande. Ducto común grueso de longitud un poco mayor que la longitud de los ductos individuales:

	MINIMA	MAXIMA
Ducto común ... ..	63,55 $\mu$	89,9 $\mu$
Ducto individual ... ..	58,9 $\mu$	77,5 $\mu$

*Holotipo macho*, preparación N° 1927, colectado en hueco de árbol, en la finca La Guadua, vereda Umbabita, Municipio Almeida, Departamento de Boyacá, julio 4 de 1969, conservado en la colección de la Sección de Entomología del Instituto Nacional de Salud, Bogotá, Colombia S. A.

*Alotipo hembra*, preparación N° 2085, colectada en hueco de árbol, finca Buenavista, vereda Chitavita, Municipio Guayatá, Departamento de Boyacá, agosto 9 de 1968, conservada en la colección de la Sección de Entomología del Instituto Nacional de Salud, Bogotá, Colombia, S. A.

*Paratipos*: 47  $\delta$  y 39  $\varphi$  de las siguientes localidades: 1  $\delta$  y 1  $\varphi$ , vereda Munantá, Municipio de Guateque, Departamento de Boyacá, octubre 21 de 1968, a 1.430 metros de altura sobre el nivel del mar, en hueco de árbol, captura diurna; 6  $\delta$  y 7  $\varphi$ , finca Santa Rosa, vereda Munantá, Municipio Guateque, Departamento de Boyacá, octubre 22 de 1968, a 1.500 metros de altura sobre el nivel del mar, capturados dentro de una casa de habitación

reposando en las paredes, captura diurna; 1  $\varphi$ , vereda Munantá, Municipio Guateque, Departamento de Boyacá, octubre 23 de 1968, a 1.430 metros de altura sobre el nivel del mar, capturado dentro de una casa de habitación reposando en las paredes, captura diurna; 1  $\delta$  y 4  $\varphi$ , finca Tábolo, vereda Chorrotinto, Municipio Guateque, Departamento de Boyacá, octubre 24 de 1968, a 1.625 metros de altura sobre el nivel del mar, capturados dentro de una casa de habitación reposando en las paredes, captura diurna; 12  $\delta$  y 3  $\varphi$ , finca Las Playitas, vereda Guáquira, Municipio Guayatá, Departamento de Boyacá, julio 4 de 1968, en hueco de árbol, a orillas del río Súmba, captura diurna; 13  $\delta$  y 16  $\varphi$ , finca Buenavista, vereda Chitavita, Municipio Guayatá, Departamento de Boyacá, agosto 9 de 1968, a 1.640 metros de altura sobre el nivel del mar, hueco de árbol, captura diurna; 14  $\delta$  y 7  $\varphi$ , finca La Guadua, vereda Umbabita, Municipio Almeida, Departamento de Boyacá, julio 4 de 1968, hueco de árbol, a orillas de la quebrada Umbabita, captura diurna.

*Discusión taxonómica*: La especie aquí descrita pertenece al grupo *Verrucarum* de Theodor, serie *verrucarum*, los machos tienen tufo basal sobre el basistilo, cuatro espinas grandes y una pequeña cerdita subterminal sobre el dististilo, parámetros simples. Las hembras tienen las espermatecas de forma globosa, estriadas y cibario con 4 dientes horizontales y una hilera de dientes verticales.

Las especies hasta ahora descritas de la serie *verrucarum* han sido: *L. bursiformis* (Floch & Abonnenc, 1944), *L. columbiana* (Ristorcelli & van Ty, 1941), *L. evansi* (Núñez - Tovar, 1924), *L. núñez-tovari* (Ortiz, 1954), *L. ovallesi* (Ortiz, 1952), *L. townsendi* (Ortiz, 1959) y *L. verrucarum* (Townsend, 1914).

*Lutzomyia spinicrassa* n. sp., se separa de las demás especies de la serie *verrucarum* porque tiene el parámetro de forma muy característica y es típica la forma encurvada y el grosor de la espina terminal del dististilo. El macho y la hembra de *Lutzomyia spinicrassa* n. sp. se relacionan entre sí por sus similares características de tamaño, colorido general, color del mesonoto y escutelo similares y haber sido encontrados en los mismos criaderos.

## RESUMEN

Se describe una especie de *Lutzomyia* colectada en una región de Colombia S. A., *Lutzomyia spinicrassa* n. sp. La especie pertenece al grupo *Verrucarum*, serie *verrucarum* de Theodor.

## AGRADECIMIENTOS

Nuestros agradecimientos al Profesor Oskar Theodor, de la Escuela de Medicina, Universidad Hebrea, Jerusalem, Israel, por la revisión de las preparaciones que se le enviaron en consulta; al padre Antonio Olivares, O. F. M. por su sugerencia

cia acerca del nombre específico; al señor Jesús Antonio Ochoa por la colaboración en la captura del material entomológico y a la señorita Emma Escobar Leyva por su ayuda en la preparación del manuscrito.

#### REFERENCIAS

- FLOCH, H., et ABONNENC, E., 1950. Phlébotomus du Venezuela (III). Description d'une espece nouvelle: *Phlebotomus lichyi*. Publication N° 208. Institut Pasteur de la Guyane et du Territoire de L'Inini.
- FLOCH, H., ABONNENC, E., 1952. Faune de L'Union Française. XIV. Dipterus Phlébotomus de la Guyane et des Antilles Françaises.
- ORTIZ, I., 1954. Descripción de dos nuevas especies del género *Phlebotomus* Rondani (Diptera, Psychodidae) de Venezuela. Acta Biológica Venezuelica, Vol. 1, Art. 14, 231 - 243.
- ORTIZ, I., SCORZA, J. V., 1963. Notas biológicas y taxonómicas sobre algunos Phlebotominae (Diptera, Psychodidae) de Rancho Grande, Venezuela. Acta Biológica Venezuelica, Vol. 3, Art. 23, 341 - 361.
- PIFANO, F., ORTIZ, I. y ALVAREZ, A., 1962. Bases taxonómicas para el conocimiento de los *Phlebotomus* de la región de Guatopo, Venezuela. Arch. Venez. Med. Trop. y Parasit. Med. Vol. IV, N° 2, 369 - 428.
- RISTORCELLI, A. et VAN TY, D., 1941. Phlébotomus d'une région de Colombie où la Verruga du Pérou est devenue endémique depuis deux ou trois ans (Seconde note). Ann. Paras. Hum. Comp. 18: 251 - 269.
- SHERLOCK, I. A., 1962. Sobre alguns *Phlebotomus* e *Brumptomys* da Colombia (Diptera, Psychodidae). Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Tomo 60, Fascículo 3: 321 - 336.
- THEODOR, O., 1965. On the classification of American Phlebotominae. J. Med. Ent., Vol. 2, N° 2: 171 - 197.

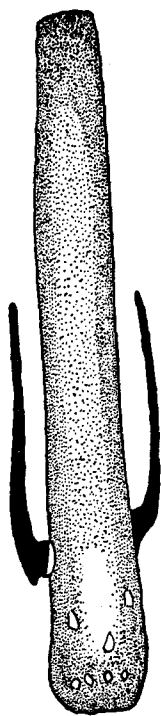


FIG. 1

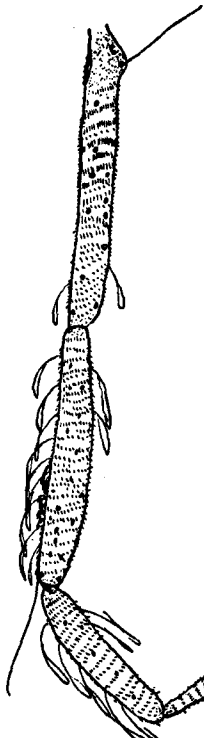


FIG. 2

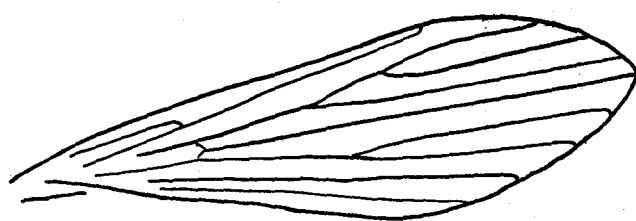


FIG. 3

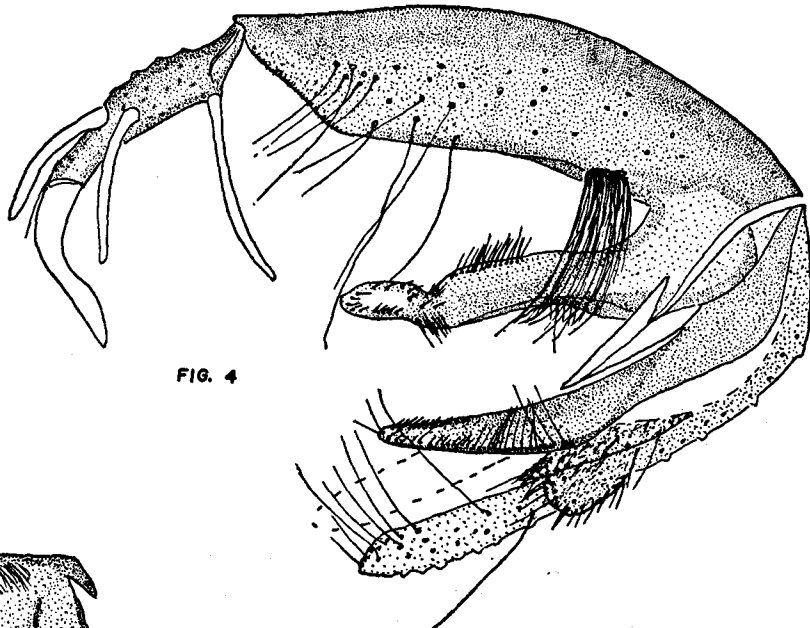


FIG. 4

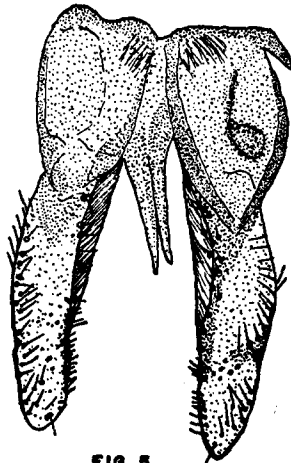


FIG. 5

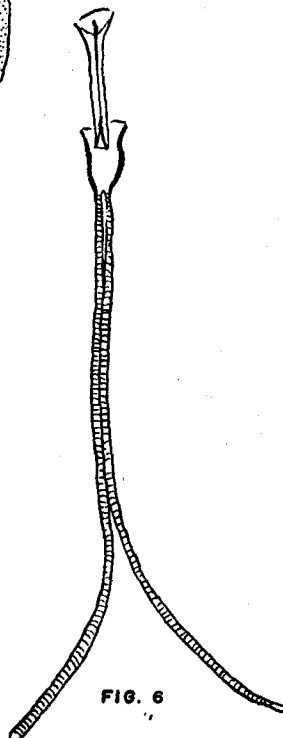


FIG. 6

*Lutzomyia spinicrassa* n. sp.

FIG. 1. *Ascoides*. 10 x 40 Preparación Nº 2654. FIG. 2. *Palpo*. 10 x 10 Preparación Nº 1935. FIG. 3. *Ala*. 6 x 6,5 Preparación Nº 1927. FIG. 4. *Genitalia*. 10 x 10 Preparación Nº 1927. FIG. 5. *Parámero*. 10 x 10 Preparación Nº 1935. FIG. 6. *Aparato espicular* 10 x 10 Preparación Nº 1935.

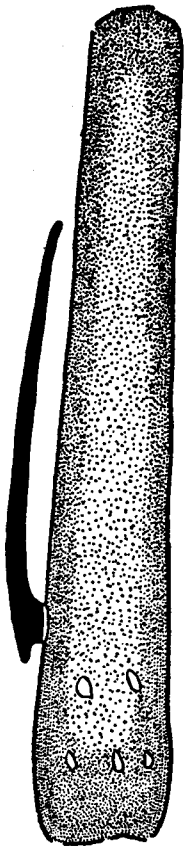


FIG. 7

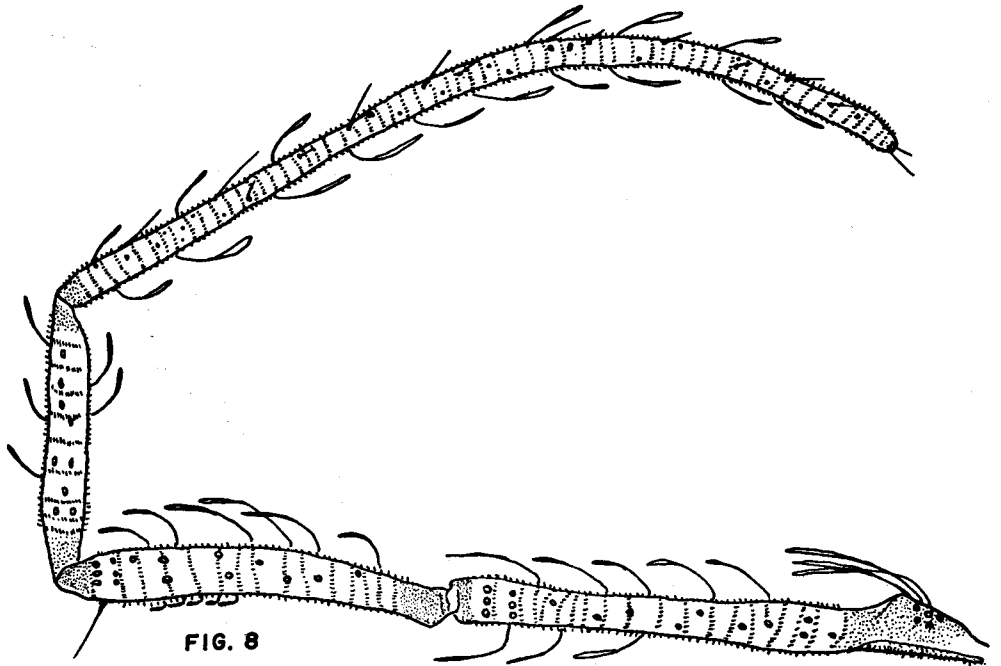


FIG. 8

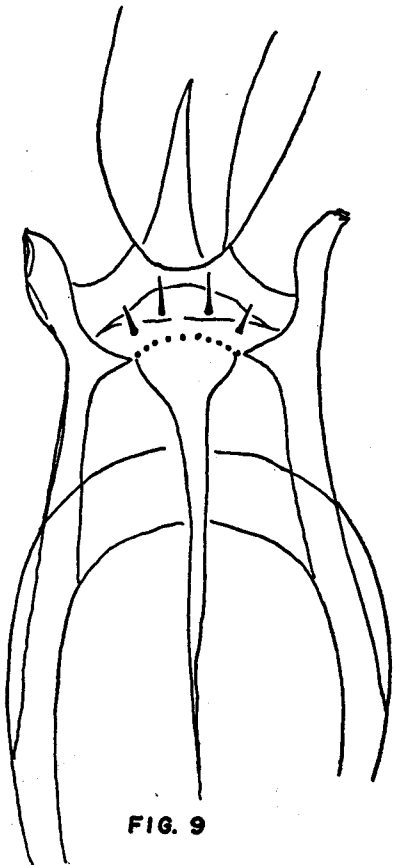


FIG. 9

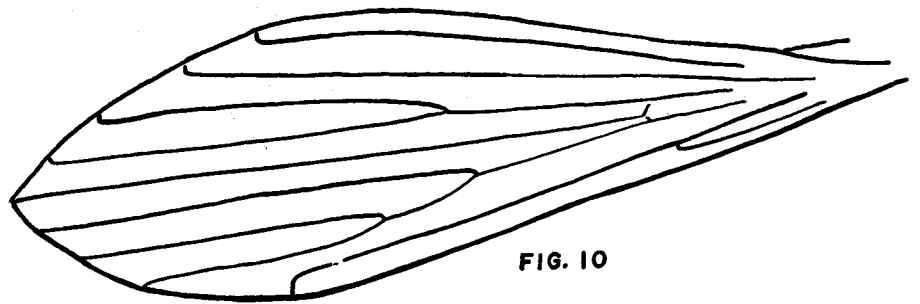
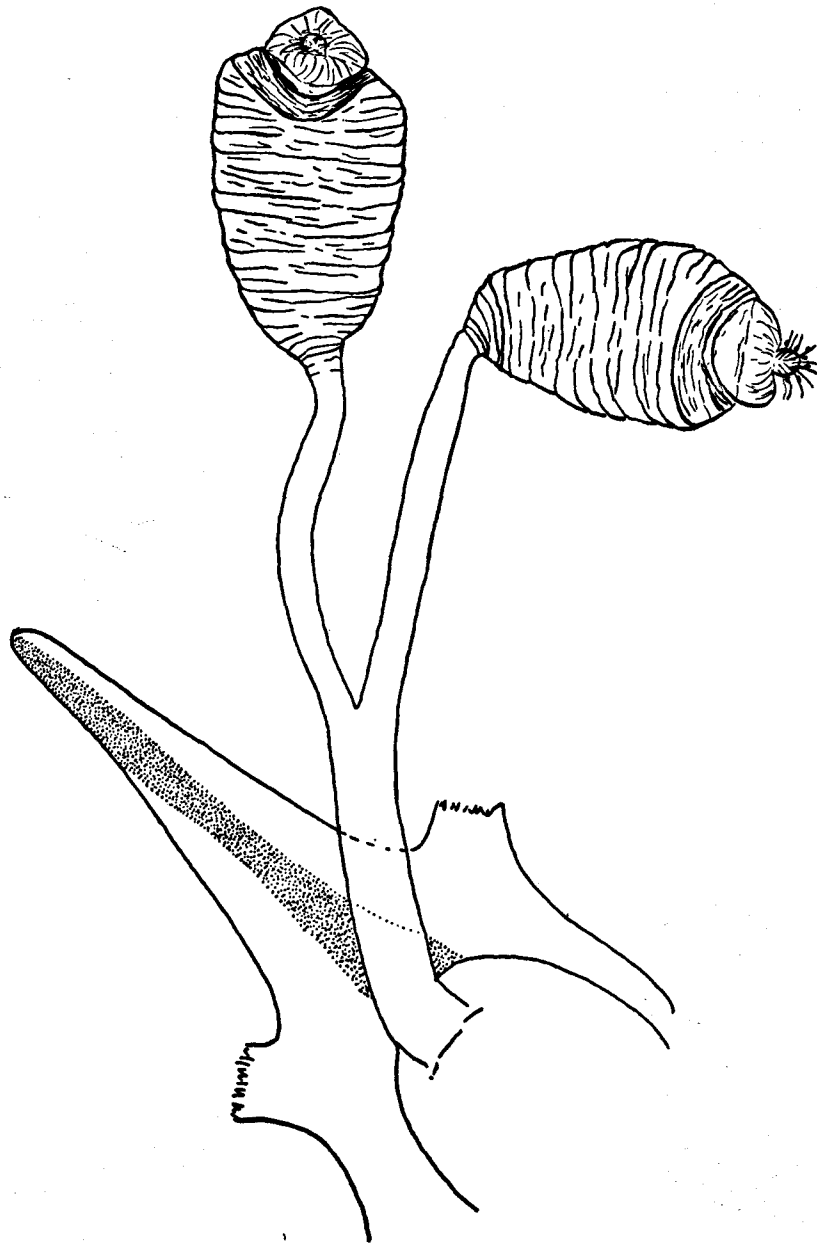


FIG. 10

*Lutzomyia spinicrassa* n. sp.

FIG. 7. *Ascoides*. 10 x 40. Preparación N° 2095. FIG. 8. *Palpo*. 10 x 10. Preparación N° 2095. FIG. 9. *Cibario* 10 x 25. Preparación N° 2085. FIG. 10. *Ala*. 6 x 6,5. Preparación N° 2085.



**FIG. 11**

**FIG. 11. *Espermateca*. 10 x 25 Preparación Nº 2085.**

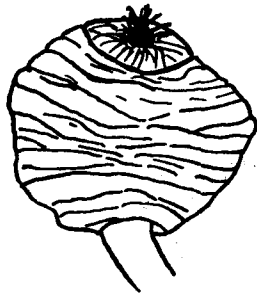


FIG. 12

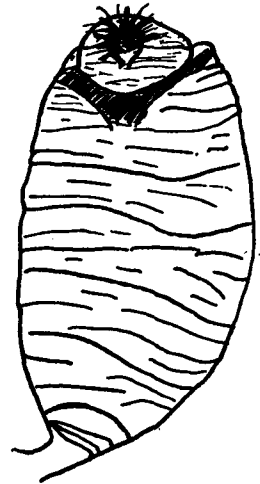


FIG. 13

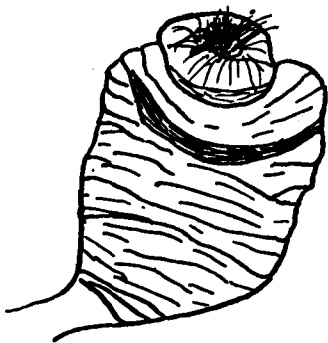


FIG. 14



FIG. 15

FIGS. 12 a 15. *Cuerpos de espermateca.*

# HALLAZGO DE UN PERRO NATURALMENTE INFECTADO CON KALA-AZAR, EN COLOMBIA, S. A.

Por A. CORREDOR ARJONA\*, J. PARRA MARQUEZ\*\* y A. MORALES ALARCON\*\*\*

Casos humanos de Leishmaniasis visceral o Kala-azar, comprobados parasitológicamente, procedentes de la vereda El Aguila, Municipio de Melgar, Departamento del Tolima, han sido informados por investigadores del Hospital Infantil Lorencita Villegas de Santos y el Hospital de la Misericordia de Bogotá<sup>1</sup>.

Al tener conocimiento de estos casos se decidió iniciar una investigación epidemiológica en la región para tratar de establecer la extensión del foco, el estudio de los vectores y reservorios domésticos y silvestres del agente causal.

Los primeros estudios entomológicos revelaron la presencia en la región de *Lutzomyia longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912), vector reconocido de la enfermedad en las Américas<sup>2</sup>.

El objeto de este trabajo es el de comunicar el hallazgo del primer perro naturalmente infectado con Kala-azar en Colombia.

La zona en donde tal hallazgo se hizo es una región de bosque seco tropical, dedicada en su mayor extensión a la ganadería, y en menor escala a la agricultura. El perro, oriundo de la región, fue localizado en la Hacienda "Bellavista", en marzo de 1969, a 680 metros de altura sobre el nivel del mar; tenía un año de edad, de color negro con manchas blancas, pesaba 7 kilogramos, se encontraba en estado de caquexia avanzado y presentaba orejas ulceradas, gruesas como de paquidermo. Miembros posteriores ulcerados con paresia de los mismos; uñas de las patas extremadamente largas.

El dueño del perro informó que desde hacía 4 meses el animal había perdido el apetito presentando a la vez diarrea, adinamia y pérdida de peso.

Al perro se le practicó frote de oreja, por aposición, que fueron coloreadas con Giemsa y que demostraron cuerpos de Leishman - Donovan.

El ejemplar fue trasladado al Instituto Nacional de Salud en Bogotá con el propósito de practicarle un estudio completo pero murió el día de su arribo al laboratorio en las horas de la noche. Se le practicó necropsia 10 horas después de su muerte. Con el macerado de bazo se inocularon por vía intraperitoneal 3 hamster y se sembraron varios tubos en medio NNN.

Los hamster murieron a los 3 días de inoculados a causa de diarrea de etiología desconocida; los cultivos se empezaron a examinar diariamente a

partir del décimoquinto día, habiendo permanecido negativos hasta el día 30 en que fueron desechados por contaminación.

Los frotis de bazo, hígado y medula ósea mostraron la presencia de macrófagos con abundantes leishmanias, lo mismo que los cortes para estudio histopatológico de bazo, hígado, medula ósea, intestino delgado, cápsula suprarrenal y ganglio linfático.

## CONCLUSION

Es el primer perro con Kala-azar infectado en condiciones naturales que se encuentra en el país. La aparición de varios casos en niños, así como el hallazgo de *Lutzomyia longipalpis* y el perro infectado corroboran lo descrito por otros autores como característico de Kala-azar en la región neotropical<sup>3</sup>.

## RESUMEN

Se describe por primera vez la infección natural de un perro por *Leishmania donovani* en el Departamento del Tolima, Municipio de Melgar, vereda El Aguila, en la República de Colombia S. A.

## AGRADECIMIENTOS

Al doctor Bernardo Buitrago García, Patólogo del Instituto Nacional de Salud, quien efectuó el estudio anatomopatológico.

## REFERENCIAS

1. TORO, G., 1969. Comunicación personal.
2. OSORNO - MESA, E.; MORALES - ALARCÓN, A.; y OSORNO DE F., 1969. *Lutzomyia longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912) en Colombia, S. A. En prensa.
3. DEANE, L., 1956. Tesis.

\* Jefe Subgrupo de Parasitología, Instituto Nacional de Salud, Profesor Asistente, Universidad Nacional, Bogotá.

\*\* Instructor Asistente, Universidad Nacional, Bogotá.

\*\*\* Sección de Entomología, Instituto Nacional de Salud, Bogotá.

# EL DIARIO INEDITO DE HUMBOLDT

Por JORGE ARIAS DE GREIFF

## CALDAS Y EL MANUSCRITO

Indudablemente es Caldas la persona que primero nos revela la existencia del manuscrito o diario de Alejandro de Humboldt, y lo hace en su correspondencia de los primeros meses de 1802.

La primera referencia directa de Caldas aparece en la carta dirigida a don Santiago Arroyo desde Quito, el 21 de enero de 1802<sup>1</sup>, cuando escribe así:

...“Después de abrir sus cofres, me mostró el manuscrito de observaciones astronómicas: me hizo notar la que había hallado de Popayán con su famoso cronómetro, y luego me dijo: *el padre de usted, sin su consentimiento, me ha enseñado un libro manuscrito, en que hallé una observación de la inmersión del primer satélite de Júpiter, calculada; y da la misma longitud que mi cronómetro: lea usted.* He visto un elogio en francés, que no merezco”.

Da luego Caldas idea del contenido aludido. Una transcripción más completa, traducida al español, del elogio, sin embargo, es la que comunica en carta del 6 de marzo, escrita en Chillo, pero fechada en Quito el 6 de marzo de 1802, dirigida a don Santiago Arroyo<sup>2</sup>. Indudablemente fue durante la permanencia en Chillo cuando Caldas tuvo el más completo acceso a estos manuscritos, pues dice así:

...“Aunque la data de esta carta está en Quito, es equivocación: yo me hallo en Chillo, bella casa de campo del Marqués de Selva Alegre, en compañía del Barón y de Bonpland, vivo en un mismo cuarto con este, tengo sus manuscritos a mi disposición”.

Ese mismo día escribe, desde Chillo a don Santiago Arboleda, y es más explícito en referencia al contenido del manuscrito:

...“Por un camino impensado, y sobre lo que usted guardará una entera reserva, excepto al padre, he conseguido copia de una gran parte de los manuscritos del Barón; la memoria sobre los caimanes y los asombrosos descubrimientos de este sabio sobre su organización interna, sobre su respiración, etc.; el viaje a Guadalupe, en que hago con mi medida un papel honroso”...

...“Tengo también sus observaciones sobre el zancudo; aquí admirará los vastos, los profundos conocimientos de este sabio”...

...“Tengo sus observaciones astronómicas, una excelente instrucción sobre los pararrayos”...

En la carta del 21 de marzo a Santiago Arroyo<sup>3</sup>, alude Caldas a los comentarios consignados en el Diario sobre los trabajos barométricos de Mutis, y a la reserva del Barón acerca de usos y costumbres, pues, “todo lo escribe en alemán, para ocultarlo más”.

En la atormentada carta a Mutis del 6 de abril<sup>4</sup>, en la que Caldas da cuenta de la desilusionadora negativa del Barón, aparece una transcripción del famoso elogio, esta vez en francés. De aquí en adelante desaparecen las alusiones al Manuscrito de Humboldt en la correspondencia de Caldas, pero ecos de estas noticias han repercutido en las cartas de los amigos del payanés. Citaré aquí únicamente aquellas en las que hay alusión directa al manuscrito:

Carta de Antonio Arboleda a Santiago Pérez, Popayán enero 20 de 1802<sup>5</sup>.

Y otra de Antonio Arboleda a Santiago Pérez, Popayán marzo 20 de 1802<sup>6</sup>.

## EL MANUSCRITO

El Barón de Humboldt anotaba las experiencias y observaciones realizadas en su viaje en cuadernos, en los que también redactaba memorias y monografías sobre asuntos específicos. Como esto era realizado simultáneamente en varios campos de actividad, se encuentran intercalados fragmentos que pertenecen, por una parte, a un “Diario Astronómico”, y a una serie de “Observaciones barométricas”, por otra a una “Relación de Viaje” propiamente dicho, y finalmente a unas memorias científicas, resultado de observaciones y experimentos llevados a cabo durante el viaje.

El “Diario Astronómico” consigna las observaciones del Sol y de las estrellas, de los eclipses de Sol y de Luna, de las ocultaciones de estrellas por la Luna, de las inmersiones y emersiones de los satélites de Júpiter, y de las distancias lunares, observaciones estas utilizadas para la determinación de las posiciones geográficas de los lugares por los que pasaba. Para el cálculo de las latitudes tomaba alturas meridianas del Sol o de estrellas, pero para la determinación de las longitudes la operación era

más compleja: periódicamente verificaba el estado de su cronómetro por determinación del tiempo por alturas del Sol, o alturas correspondientes del Sol o de estrellas; la comparación de su cronómetro con las observaciones astronómicas le servía para obtener la longitud; las observaciones absolutas de longitud como eclipses, ocultaciones y fenómenos de los satélites de Júpiter eran, naturalmente, de enorme valor. En este "Diario Astronómico" se encuentran valiosas informaciones sobre el sitio en que las observaciones fueron hechas, lo que permite precisar el lugar de residencia en una localidad, así como indicaciones diversas sobre el desarrollo del viaje. Las observaciones, objeto de un cálculo preliminar por el Barón, registrado en el mismo manuscrito, fueron luego analizadas, recalculadas y comparadas con las observaciones similares realizadas por otros observadores, anteriores o inmediatamente posteriores hechas en los mismos lugares, o con simultáneas llevadas a cabo en sitios diferentes, principalmente en los observatorios astronómicos europeos; este trabajo posterior fue hecho por Oltmanns y publicado poco después del regreso de Humboldt a Europa<sup>7</sup>. Naturalmente buena parte del manuscrito del "Diario Astronómico" no está "inédito", pues se encuentra incorporado en la citada publicación.

En cuanto a la relación de viaje que el Barón escribía en alemán, tampoco es este un relato continuo; interrumpido en numerosas ocasiones por diversos motivos era luego continuado y a veces vuelto a comenzar, lo que da lugar a repeticiones y a omisiones. El mismo Humboldt se quejaba de que la actividad social en las grandes ciudades le obligaba a interrumpir su escrito; de modo que en trayectos del camino en los que disponía de más tiempo, redactaba los trozos faltantes. Adiciones posteriores, con relatos históricos muchas veces, e innumerables notas y noticias, completaron este aspecto de los manuscritos. Estos relatos, en los que su franqueza y agudo análisis los hacen de gran valor documental, pueden considerarse inéditos.

Simultáneamente, como se dijo atrás, aparecen intercaladas las memorias científicas redactadas durante el viaje, casi siempre en francés, excepto aquellas de índole geológica y mineralógica que lo fueron en alemán. Muchas de estas memorias pueden haber servido de base o primer esbozo para algunas de las posteriores publicaciones del Barón, en su obra monumental "El Cosmos", o en artículos publicados en las revistas científicas. Aquellas partes del manuscrito, cruzadas con una raya en tinta, seguramente corresponden a esta categoría, como por ejemplo, la titulada "Sobre los mosquitos de América", redactada indudablemente en el Río de la Magdalena, pero incorporada a la relación de viaje por el Orinoco, publicada en el Capítulo 20 del libro 7º del "Voyage aux Régions équinoxiales du Nouveau Continent", al hablar de los mosquitos del Orinoco.

Si a toda esta falta de orden, causada por la simultaneidad de la redacción de los diversos asuntos en sus cuadernos de viaje, se agrega el desorden resultante de una encuadernación, a veces arbitraria, en los nueve libros en que ahora se encuentran, como puede verse en el índice general que más adelante se presenta, y luego se suma el cúmulo de notas marginales y de anotaciones en papelitos sueltos incorporados y agregados durante más de medio siglo, se tendrá una idea de lo que es el manuscrito conocido como "Diario Inédito".

## HISTORIA DE LOS MANUSCRITOS

A su regreso a Europa inició Humboldt la publicación de los resultados de su viaje a la América Equinoccial, no con un relato histórico del viaje, así era lo usado en esa época, sino con la publicación de aquellos trabajos de mayor importancia científica y originalidad, en asocio de otros sabios. Ven así la luz sus trabajos astronómicos, barométricos y geográficos, luego del análisis y reducción de las observaciones hechas por Oltmanns en 1808 - 1810; los trabajos de botánica en los años 1808-1813.

Fue solamente hacia 1816 cuando el Barón se decidió a redactar la relación histórica de su viaje, de la cual es su base o fundamento el manuscrito de apuntes de viaje enriquecido con numerosas anotaciones y posteriores adiciones hechas durante los diez años transcurridos. Van apareciendo entonces en un lapso de otros diez años, los conocidos libros del "Voyage aux régions équinoxiales du Nouveau Continent", en los que el relato y las descripciones llegan hasta la partida de Venezuela hacia Cuba. En este punto el tercer editor de la serie, —tuvo esto sola obra tres diferentes, para la edición en octavo—, indica dificultades en la continuación de la publicación y anuncia que los dos próximos volúmenes, que serían los últimos, incluirán el "Ensayo Político sobre la Isla de Cuba" y el "Análisis Racional de la Carta de Cuba"; sin embargo, algunas impresiones de la obra incluyeron el relato de la travesía desde Cuba hasta la boca del Sinú, Cartagena y Turbaco, hasta llegar al Río de la Magdalena (Livre XI, Ch. XXIX).

La ruina económica que sus publicaciones le habían causado, las enojosas dificultades con sus múltiples editores, su viaje por Asia, y las nuevas ocupaciones del Barón en Berlín por esos años, obstaculizaron la continuación de la relación histórica de sus viajes. Estos motivos impidieron que hoy disfrutemos de una obra completa; pero el "Diario Inédito", con los apuntes, las noticias y memorias redactadas durante el viaje, y con las adiciones, anotaciones y materiales agregados posteriormente, representa la base para un relato no limitado solamente al recorrido por la actual Venezuela, la Isla de Cuba y los pasos iniciales de la travesía por Colombia.





A la muerte de Humboldt en 1859, pasaron sus manuscritos, casi lo único que por esos días no había quedado en poder de su ayuda de cámara, por legado testamentario, a manos de Encke, en ese entonces director del Observatorio de Berlín, amigo íntimo del Barón, y sucesor allí de Bode. Entre este legado se encontraban los nueve volúmenes encuadernados que fueron registrados en ese mismo año en una publicación hecha por Buschmann.

A la muerte de Encke, ocurrida en 1865, el manuscrito quedó archivado en el Observatorio con otros papeles de este notable astrónomo alemán, cuya principal contribución a la mecánica celeste, el método para la integración de trayectorias perturbadas que lleva su nombre, es hoy de empleo corriente tanto en Astronomía como en la joven Astronáutica. Pudo ocurrir también que, por esos días, pasaran los manuscritos a poder de la familia y fueran entonces llevados a Tegel, la residencia familiar. Hermann Schumacher estudió el manuscrito del "Diario" y basó en él buena parte de su conocido trabajo biográfico sobre Mutis, Caldas y Codazzi, publicado en 1884.

Transcurrieron luego largos años de olvido y completo desinterés y, bien sea del Observatorio de Babelsberg en Potsdam, o del castillo de Tegel, fue sacado el manuscrito por las fuerzas de ocupación soviéticas y llevado a Moscú. Allí, en la Biblioteca Lenin, fue identificado, clasificado, y más tarde devuelto, en 1959, a la Biblioteca Alemana del Estado, en Berlín, en donde ha estado a la disposición de los estudiosos y de la Comisión Humboldt de la Academia Alemana de Ciencias de Berlín. Uno de los primeros investigadores que lo conoció, Neftalí Zúñiga, divulgó su existencia. La oportunidad que la Academia de Berlín me brindó de estudiar estos manuscritos, así como la transcripción mecanografiada de la parte correspondiente al actual territorio colombiano, cristalizó en el convenio firmado entre la Academia Colombiana de Ciencias y la Academia Alemana de Ciencias de Berlín para la publicación del original y de la traducción de buena parte de los materiales pertinentes a Colombia.

El índice de los nueve libros encuadernados de los manuscritos inéditos, tal como apareció en *Auserordentl. Beilage zu Nr. 328 der Allg. Zeitung*, 24 november 1859, es así:

- I — Voyage d'Espagne aux Canaries et à Cumana - Observ. Astron. de Juin à Oct. 1799.
- II & VI — (8º maj.): 1, Voyage à Caripe 1799 - 2, Observ. Astron. Apure - Orénoque - 3, Batabano (Cuba) à Sinu, Cartagena et Turbaco 1801 - 4, Quito 1802 Météor - 5, de Paris à Toulon Oct. 1798 - 6, Voyage d'Italie avec Gay Lussac - Observ. magn 1605.
- III — Voyage de Cumana et S. Fernando de Apure de Nov. 1799 a mars. 1799 (sic.).
- IV — Journal de la navigation sur l'Apure, l'Orénoque, Le Cassiquiare et le Rio Negro (Voyage par les Llanos de Caracas à S. Fernando de Apure) - Statistique de Cumana - Punta Araya.
- V — Reise von Cumana nach der Havana (Altes vor der Reise - Dresden, Wien, Salzburg).
- VI — s. verbunden mit II.
- VII — a et b (fol.): Río de la Magdalena - Bogota - Quindió - Popayan - Quito (Antisana, Pichincha) - Pasto - Volcan Tolima.
- VII — bb et c (ein bider Band fol. min.): Quito (Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Altai) - Alausi Assuai - Cuenca - Loxa - Amazone - Caxamarca - Lima. (Ibague à Carthago in 4º) Popayan à Almaguer - Pasto à Quito (Los Pastos, Cumbal) Roches envoyées à Madrid - Voyage de Popayan à Almaguer (Quinquina, Malacates) Loxa - Trujillo - Lima.
- VIII — (fol.): Voyage de Lima à Guayaquil voy. de Guayaquil à Acapulco - Observ. Astron. de Mexique, Chronologie des mes voyages - Les deux Volcans de Puebla, Voyage d'Acapulco à México - Pachuca, Real del Monte.
- IX — (fol.) Varia: Observ. astr. de México a Guanaxuato, Jorullo, Toluca, Veracruz, Cuba - Voyage de la Havane à Philadelphia, Geologie de Guanaxuato, Volcans de Jorullo et de Toluca, Voyage de la Veracruz à la Havane et de la Havane à Philadelphia - Jorullo.

El contenido del "Diario Inédito" referente al recorrido de Humboldt por territorio de la actual Colombia, y aparte del trayecto por los ríos Orinoco, Atabapo y Río Negro, que se encuentra en II & VI - 2, Observ. Astron. Apure - Orénoque", y en el cuaderno IV - "Journal de la navigation sur l'Apure, l'Orénoque, le Cassiquiare et le Río Negro", material que sirvió de base para lo correspondiente publicado en el libro VII, capítulo XX, XXI, de la obra "Voyage aux Régions équinoxiales du Nouveau Continent", puede detallarse y ubicarse como sigue:

Libro II & VI: 3 — Batabano (Cuba) a Sinú, Cartagena et Turbaco (1801).

En esta parte del manuscrito, desde el folio 165, se encuentra lo siguiente:

Observación del eclipse de Luna del 29 de marzo 1801 en Punta Gigantes, isla de Barú.

página 166

Observaciones astronómicas hechas en Cartagena el 1º de abril para establecer la marcha del cronómetro. Longitud de Cartagena.	página 167
Cartagena, continuación de la longitud de Cartagena.	páginas 168 - 170
Relación del estado del Nuevo Reyno de Granada que hace el Arzobispo de Córdoba a su sucesor Gil y Lemos, 1789.	páginas 170 - 174
Turbaco - (Cartagena). Estadía en Turbaco, estudio de los volcanes de aire, etc.	páginas 175 - 184
Posiciones tomadas de los marinos españoles, croquis de la navegación desde Batabanó.	página 186
Viaje de la Havana a Quito - diario de observaciones astronómicas durante la navegación (Isla Mucara) en el folio 199, Río Sinú a Cartagena (folios 200 - 202).	páginas 187 - 202
Río Sinú.	páginas 202 - 203
Corozo, Palma dulce, Palmas.	páginas 204 - 205
Materiales de diversos viajes.	páginas 206 - 220
Libro VII a y b:	
Viaje por el Río de la Magdalena - relación de viaje de Turbaco a Mahates y a Barrancas Nuevas y luego remontando el Río Magdalena hasta Honda.	páginas 9 - 17; 22 - 24; 30 - 37
Experimentos sobre la respiración del cocodrilo, memoria en francés. Experimentos hechos durante la permanencia en Mompox.	páginas 17 - 22
Sobre los mosquitos de la América - memoria en francés escrita durante el viaje por el Magdalena. Un trazo sobre el manuscrito indica que este fue utilizado por Humboldt en otra publicación.	folios 24 - 29
Educación en Santa Fe.	folio 38
Comercio del Río Magdalena. (faltan los folios 41 - 43).	folios 39 - 40
Descubrimiento de las Quinas en Santa Fe, noticia histórica.	página 44
Viaje de Honda a Santa Fe - Descripción de Honda y del camino por Guaduas a la capital.	páginas 45 - 58; 61 - 64
Carta del Río de la Magdalena - Explicación de lo ocurrido posteriormente con las copias.	páginas 59 - 60
Cereales.	página 65
Materiales para el plano topográfico del llano de Bogotá.	páginas 66 - 67
Cerveza de Quina, nota sobre una bebida fermentada de Quina.	páginas 68 - 69
Viaje al cerro de Guadalupe. Descripción y observación realizadas allí.	páginas 69 - 73
La ciudad de Santa Fe. Relato histórico y descripción, nota sobre pintores.	páginas 74 - 78
Viaje a Monserrate - Relación del ascenso y observaciones realizadas.	páginas 78 - 82
Addenda et Corrigenda - Adiciones referentes al viaje por el Orinoco.	páginas 84 - 85
Observaciones astronómicas hechas después de la partida de Turbaco, abril 19, 1801. El manuscrito contiene aquellas hechas en Mahates y luego a lo largo del río hasta Honda, medidas de anchura del río en varios lugares, observaciones en Honda, Mariquita, Santa Ana y Santa Fe.	páginas 86 - 95
Longitud de Santa Fe, discusión de diversas observaciones.	páginas 96 - 98
Lugares del Río Magdalena levantados con la brújula. Longitudes corregidas a lo largo del río, observaciones hechas por Cabrer.	página 99
Continuación de observaciones en Santa Fe, discute la altura de la ciudad, observaciones magnéticas.	páginas 100 - 105
Chemin - relato histórico.	página 106
Viaje a Zipaquirá y al lago de Guatavita.	páginas 108 - 112 y 140 - 148
Viaje al Salto de Tequendama - Relación del viaje.	páginas 113 - 116 y 134 - 139
Meteorología después de abril de 1801.	página 117

Eau bouillante. Notas que incluyen observaciones hechas en diversos lugares de América. Tabla de observaciones hechas por Caldas.	página 130
Medidas barométricas.	página 131
Electricidad.	página 132
Biblioteca Pública de Quito.	página 149
Notas varias sobre elefante fósil de Chile, esmeraldas, fósiles de Soacha y Timaná y sobre mineralogía.	páginas 150 - 152
Viaje de Santa Fe a Popayán. Relación del viaje por Ibagué, Quindío y Valle del Cauca.	páginas 153 - 162
Medida del Tolima, operación trigonométrica desde las afueras de Ibagué.	páginas 163 - 165
Materiales para el plano de Popayán.	página 166
Obsidianas.	página 166
Viaje al Puracé - Relato del viaje, estudios geológicos, etc. Incluye estudio del agua del Río Vinagre (folio 184).	páginas 171 - 186
Barniz de Pasto. Monografía en francés.	páginas 188 - 190
Volcán de Pasto.	páginas 190 - 195
Notas varias.	página 197
Observaciones astronómicas hechas después del 20 de septiembre. Incluyen el eclipse de Luna del 21 en Ibagué, discusión de las longitudes obtenidas con el cronómetro.	páginas 198 - 202
Observaciones en Cali y Popayán (el famoso elogio a Caldas está en el folio 206), en Pueblo de Puracé, Almaguer y Pasto.	páginas 204 - 208
Observación hecha en Santa Fe, nota referente a observaciones de Caldas en Popayán.	páginas 216 - 217
Noticia biográfica escrita el 4 de agosto de 1801 en Santa Fe.	páginas 217 - 221
Notas sobre botánica y geografía de plantas.	páginas 255 - 264
Adiciones posteriores sobre el Chocó, la minería del platino y el oro y sobre la acuñación.	páginas 267 - 270
Viaje de Popayán a Almaguer.	folios A - F
Santa Fe. Relato sobre la permanencia en Santa Fe redactado en el camino a Pasto luego de la salida de Popayán.	folios 192,n - 194,n
Quindío - Relato del viaje por el Quindío.	folios 195,n - 201,n
Visión global geognóstica - Descripción de los Andes y geología.	folios 201,a - 213,n
Santa Ana - Monografía sobre la explotación minera en el pueblo vecino a Honda y Mariquita.	folios 215,n - 218,n
Cuatro planchas del Río Magdalena, dibujadas en Santa Fe.	folios 219,n - 220,n
Nota: En este cuaderno hay también abundante material correspondiente a la actual República del Ecuador: longitud de Quito (209 - 216). Medida del Cotopaxi (223 y 224), Pichincha (225 y 226). Provincia de Quito (228 - 232). Viajes al Antisana (232 - 248) y Pichincha (249).	
Libro VII bb et. c:	
Viaje de Pasto a Quito. Relación del viaje.	folios 202,n - 207,n

## EL MANUSCRITO Y CALDAS

Para cerrar el ciclo iniciado con las noticias que da Caldas del manuscrito, reseñaré aquí algunas de las referencias al payanés que aparecen en estos manuscritos del Barón de Humboldt, y que pueden separarse en tres grupos: alusiones a Caldas consignadas en sus diarios, recogidas en Santa Fe, Popayán, principalmente, y Quito, ciudad esta última en donde trabajaron juntos en varias oportunidades; notas marginales añadidas con posterioridad al viaje y tomadas principalmente del "Semanaario" publicado en Santa Fe, y finalmente documentos y cartas suministrados o enviados por Caldas a Humboldt y que se incorporaron a sus manuscritos. En orden de aparición en ellos, son:

## Libro V:

Está incorporada al "Diario" de Humboldt una hoja manuscrita por Caldas con observaciones barométricas hechas en Popayán en los días 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 27, 28, 29, 30 y 31 de mayo y 2 y 17 de junio de 1801. Hay un comentario al final agregado por Humboldt.

folio 113, recto y verso.

## Libro VII a et VII b:

Cita referencias al temblor de Honda, el 16 de junio de 1805, tomadas de Caldas (Semanario), y de Restrepo.

página 46

Nota referente a la latitud de Santa Fe determinada por Caldas, tomada del Semanario; la compara con la propia.

página 98

Cita la observación barométrica de Caldas en Guadalupe que apareció en el "Correo Curioso", e incluye un cuadro de observaciones barométricas, hechas por Caldas, correlacionadas con las calculadas mediante fórmula, a partir de la temperatura de ebullición de agua. Información suministrada al Barón en Quito. Esta tabla es la misma que Caldas comunicó a Santiago Arroyo en carta del 5 de agosto de 1801.

página 117

Indica Humboldt que en compañía de Caldas ha hecho en Quito el 26 de marzo de 1802, una investigación más exacta de la altura barométrica de esa ciudad.

página 131

Nota tomada del Semanario sobre la altura del Tolima.

página 163

Nota referente a Caldas en la relación del Barón del ascenso al Puracé.

página 182

La famosa cita a la observación de emersión de un satélite de Júpiter por Caldas y conocido elogio, escrito por Humboldt a su paso por Popayán, a la vista de los trabajos astronómicos del payanés, ausente en Quito.

página 206

Al estudiar la longitud de Quito, dice el prusiano que la observación del primer satélite de Júpiter hecha por Caldas lo ha consolado y le ha hecho inspirar confianza en sus longitudes conseguidas con el cronómetro.

página 216

Notas tomadas de Caldas y Restrepo.

página 228

En la relación del viaje al Antisana, nota referente a Caldas y a Acosta.

página 234

En el relato sobre las pirámides de Quito, hay nota referente al Semanario.

folio sin número.

## Libro VII bb et c:

Está el manuscrito incompleto de la Carta de Caldas a Humboldt, Otavalo, 17 de noviembre de 1802, registrada como

folios 474 - 476 y 475.

## NOTAS

1. POSADA, EDUARDO. Editor.  
*Cartas de Caldas*. Bogotá, Imprenta Nacional, 1917. pp. 114 - 120.
2. \_\_\_\_\_  
*Cartas de Caldas*. pp. 125 - 127.
3. \_\_\_\_\_  
*Cartas de Caldas*. pp. 133 - 141.
4. \_\_\_\_\_  
*Cartas de Caldas*. pp. 146 - 152.
5. \_\_\_\_\_  
*Cartas de Caldas*. pp. 321 - 324.
6. \_\_\_\_\_  
*Cartas de Caldas*. pp. 325 - 329.
7. OLTMANNNS, JABBO.  
1808 - 10 Voyage d'Alexandre de Humboldt et Aimé Bonpland. Quatrième Partie: Astronomie et Magnétisme. Recueil d'Observations Astronomiques d'Operations trigonometriques, et de Mesures Barometriques, faites pendant le cours d'un voyage aux Régions Equinoxiales du Nouveau Continent, depuis 1799, jusqu'en 1803, redigées et calculées, d'après les tables les plus exactes. Par Jabbo Oltmannns. Paris, Chez F. Schoell Imprimerie de L. Haussman.

# EL MAPA DE HUMBOLDT DEL RIO MAGDALENA

Por JORGE ARIAS DE GREIFF

Las dos semanas que el Barón esperaba pasar en Santa Fe se convirtieron en otros tantos meses, pues la permanencia se alargó mientras Bonpland se restablecía de sus dolencias. Humboldt aprovechó este tiempo en diversas tareas, entre ellas el dibujo del mapa del Río de la Magdalena, cuyo curso había remontado durante los meses inmediatamente anteriores, abril, mayo y junio, del año de 1801. En su "Diario" y en la correspondencia dejó indicaciones al respecto: Dice así en el "Diario"<sup>1</sup> . . . "ese retardo me dio, por otra parte, la oportunidad de terminar el mapa del Río Magdalena en cuatro hojas, de calcular mis observaciones astronómicas", . . . En carta a su hermano Wilhelm<sup>2</sup>, dice: "Dibujé el plano topográfico del río Magdalena en cuatro hojas, de las cuales di al Virrey una copia".

Hermann Schumacher en su conocida obra<sup>3</sup> alude a las tareas realizadas por Humboldt en Santa Fe y, concretamente al mapa, diciendo así: "En primer lugar entregó a Mutis y al Virrey, un dibujo que se encontraba en cuatro hojas, del Río Magdalena desde la boca hasta los rápidos de Honda". Phil Hakspiel<sup>4</sup>, basado en Schumacher, agrega a las noticias anteriores la siguiente observación: "El original de este diseño, dibujado con lápiz en cuatro hojas, se halla todavía entre los papeles dejados por el autor".

Posteriormente a su estadía en Santa Fe agregó el Barón al manuscrito de lo que hoy se conoce con el nombre de "Diario Inédito", una larga noticia motivada por una serie de hechos a los que su trabajo cartográfico y la copia dejada habían, mientras tanto, dado lugar. Dice así Humboldt<sup>5</sup>: "Yo he permitido hacer una sola copia de mi Carta para el señor Mutis en Santa Fe. Parece que el señor Cabrer ha hecho copia de esta copia para el Virrey Mendinueta (y) que otra ha sido enviada a Cartagena al señor Pombo". Durante el viaje de regreso a Europa, Humboldt, en 1804, se encontró en la Habana con Mendinueta; por él supo el interés de la corona en los trabajos cartográficos que había realizado en el virreinato, pues Mendinueta le dijo haber visto una orden del Rey, del año anterior, deseando saber la exactitud de tales trabajos, y aunque aceptó haber enviado copia del mapa a Cartagena negó haberlo hecho también a Madrid. El Barón, en la larga anotación a que aquí se alude, se queja de que, habiendo hecho él el primer croquis del Magdalena, mientras se dedicaba a la anatomía comparada, los españoles, que han recorrido su curso durante trescientos años, hubiesen manifestado interés por este trabajo, pero para poner en duda su exactitud,

y que hubieran enviado a Talledo, con algunos pilotos de Cartagena desprovistos de instrumentos adecuados para verificarlo.

En el primer tomo de la obra del General Antonio B. Cuervo<sup>6</sup>, y en un apéndice que contiene un inventario de mapas colombianos existentes en el depósito hidrográfico, figura, en el "Índice de Planos", Primera Serie, Nro. 7, la siguiente mención: "Río Magdalena por Humboldt 4 planchas". ¿Es esta la copia que Mendinueta negó haber mandado a Madrid, envío que en realidad sí hizo?, o bien, ¿es la copia enviada a Pombo en Cartagena, que luego pasó al Apostadero Naval y de allí, rutinariamente, al Depósito Hidrográfico en la Madre Patria?

## *Los bocetos del curso del río.*

Hizo Humboldt numerosas observaciones astronómicas a lo largo del viaje por el río con la finalidad de determinar la posición geográfica de lugares del curso del Magdalena; la lista es la siguiente: Barrancas Nuevas del Rey, Isla del Cotorreo, Hacienda de Pinto, Mompox, El Regidor, Morales, Badillas, Paturria, Isla de las Brujas, Garrapatas, Resguardo del Carare, Boca de Nares, Guarumo y Honda. Desde algunos de estos sitios realizó triangulaciones y tomó rumbos que le permitieron fijar la ubicación de otros lugares y completar algunos detalles. Además los tiempos de navegación le permitieron inferir la situación de lugares intermedios en el curso del río. Los así determinados, de una menor exactitud que aquellos en los que hizo observaciones astronómicas, fueron los siguientes: Boca del Opón, Boca del Sogamoso, Palmar, Santa Martica, San Agustín, Tenerife, Zambrano, Guasimal, Tetón, Isla de Pedrito y Buena Vista.

Entre los manuscritos inéditos que integran el "Diario", que se pueden consultar hoy en la Biblioteca Alemana del Estado en Berlín, se encuentran dos hojas, dibujadas por ambos lados, con los bocetos del curso del río, registradas como folios 219 y 220 del Libro VII a et b. Contiene el folio 220, en uno de sus lados, el dibujo del río desde Barrancas Nuevas hasta Pinto, con un detalle del curso del Bajo Cauca, la boca del San Jorge y el brazo de Loba. Notas a lado y lado del dibujo informan sobre los tiempos de navegación entre los lugares de las orillas, y hay una indicación con el título de "Primeros esquemas del curso del Río Grande de la Magdalena", con una explicación de los métodos empleados para realizar el

trabajo. En el mismo folio, por el otro lado, está el curso desde Pinto hasta Morales con una discontinuidad en el dibujo pues el croquis se salía del papel, lo que indica que estaba siendo dibujado "in situ". Las notas que en esta página aparecen se refieren a la temperatura del agua en el río, a los tiempos de navegación entre lugares, y, una agregada posteriormente, al Danubio.

El folio 219 contiene, de un lado, el dibujo desde Morales a la boca del Nare, con las respectivas duraciones de navegación y una nota sobre la manera de obtener las distancias entre lugares; y por el otro, el dibujo final de Nare a Honda. Debe anotarse que la numeración por folios no corresponde al orden de los dibujos, es la puesta en Moscú. La original de Humboldt, cuando existe, numera las páginas.

Una hoja adicional, la página 99 del Libro VII a et b del "Diario", en la que recopila los resultados preliminares de las observaciones astronómicas y anotó otros trabajos a lo largo del río, fue sin duda elaborada en Santa Fe, previamente a la tarea de dibujar el mapa en cuatro hojas. Las observaciones de Cabrer realizadas en el altiplano, que Humboldt incorporó a sus trabajos astronómicos<sup>7</sup>, están consignadas aquí mismo.

Se reproducen en facsímil, para ilustrar estas notas, las cinco páginas del "Diario Inédito", a las que se acaba de hacer mención.

Las observaciones astronómicas y barométricas, realizadas y consignadas durante el curso de la navegación, se encuentran en el citado "Diario", registradas como páginas 86 a 94 del Libro VII a et b.

### *El Mapa descubierto en Bogotá.*

El motivo principal de esta nota es el mapa que acaba de descubrir el Académico doctor Eduardo Acevedo Latorre en la Biblioteca "Luis Angel Arango" del Banco de la República, en Bogotá. Se trata de un dibujo original en cuatro secciones, que luego fueron unidas y pegadas a una tela. El mapa tiene unas dimensiones generales de 32 cms. x 142 cms. Las particulares de cada una de las cuatro secciones, como se encuentran hoy, de Norte a Sur son: 31,7 x 28,4; 31,6 x 36,5; 31,6 x 38,4; 31,6 x 38,8. El mapa está dibujado en papel similar al que el Barón empleó para los cuadernos de su "Diario", y que es el mismo que utilizó en el dibujo original para la Geografía de las Plantas, que también posee la citada biblioteca, y el mismo en el que hizo escribir un informe para el Capitán General de Caracas, que reposa en el Archivo del historiador José María Restrepo; este tipo de papel no parece encontrarse en nuestros archivos sino en los mencionados documentos, todos directamente relacionados con el paso de Humboldt por estas tierras. Por otra parte, la calidad del trabajo cartográfico, la finura del dibujo del río y la presentación general, hacen decir a

los eruditos que no había en Santa Fe quién pudiese realizar un trabajo de calidad similar. Quizá se exceptúe Cabrer, a quien el Barón personalmente culpó de la copia o copias que del mapa se hicieron a su partida.

En cuanto a la relación entre los bosquejos y el mapa, un rápido examen muestra cómo los lugares de las orillas, afluentes del río y demás accidentes geográficos que aparecen en los primeros, son casi totalmente los mismos que están consignados en el segundo, con algunas variaciones en la ortografía, que el Barón tomó muchas veces de oídas y que luego en Santa Fe, pudo tener oportunidad de rectificar. Un caso, por ejemplo, es el siguiente: el nombre "S. Bramo", es modificado luego en el bosquejo e indicado entre paréntesis como "Zanbramo" y corregido en el mapa como "Zambrano"; pero esto no fue hecho en forma sistemática, pues otros errores persisten tal como quedaron en los bosquejos. Claro está que el mapa elaborado en la capital del virreinato incluye mucha información adicional, tanto la tomada por Humboldt en su viaje terrestre desde Honda y en sus excursiones a los alrededores de Santa Fe, como la obtenida en la consulta de los archivos y bibliotecas coloniales, además de los datos proporcionados por los levantamientos de Cabrer.

Un detalle interesante del mapa lo constituye la cartela de la Angostura del Carare y boca del río Nare y el trazo de un túnel propuesto para salvar los rápidos mediante un canal utilizable por las embarcaciones. Numerosas noticias e informaciones adicionales sobre el río y los cuadros de resultados de las observaciones científicas, realizadas durante la navegación, complementan este magnífico hallazgo.

Es esta, a mi modo de ver, la copia, hecha en Santa Fe por el propio Humboldt, y dejada a Mutis, como lo indica en el pasaje del "Diario"<sup>5</sup>. Si bien en la carta a su hermano dice el Barón haber dejado el mapa al Virrey, lo que hizo más tarde decir en forma ambigua a Schumacher<sup>3</sup>, quien seguramente conoció ambos textos, que el prusiano entregó la copia a Mutis y al Virrey, parece más seguro aceptar la cita del "Diario" en vez de lo comunicado en la carta<sup>2</sup>, la que por otra parte es, en algunas otras informaciones, inexacta. El mapa reseñado por Cuervo como existente en Madrid debe ser entonces una de las copias no autorizadas por Humboldt y elaboradas inmediatamente después de su partida.

### *El Mapa publicado en el Atlas.*

De los diseños llevados a Europa por el Barón, aquellos esquemas dibujados durante la navegación y que hoy se encuentran entre los manuscritos del "Diario Inédito", y el mapa dibujado durante la permanencia en Santa Fe, complementados, tanto con las informaciones geográficas que sobre la provincia de Antioquia y el curso del río





Cauca le suministró José Manuel Restrepo, como con el mapa del Magdalena desde sus fuentes hasta los cuatro grados de latitud que Francisco José de Caldas le entregara en Quito, y con el diseño de las costas vecinas a la desembocadura, tomado de los trabajos y mapas de la expedición Fidalgo, que el jefe de Escuadra don José de Espinosa y Tello había ya divulgado en el viejo continente<sup>8</sup>, hizo Humboldt dibujar y grabar un mapa por Michaelis, el cual se publicó incluido en la obra "Atlas Geographique et Physique du Nouveau Continent", París, 1814, en donde figura como plancha 24<sup>9</sup>.

Este mapa, hoy casi desconocido, tuvo mucha influencia en nuestra cartografía, así como el que ilustró la edición tan conocida del "Voyage aux Régions équinoxiales du Nouveau Continent"<sup>10</sup>. Muchos de los mapas colombianos de la primera mitad del siglo XIX se basaron en aquellos que Humboldt hizo grabar y publicar en sus obras, y copiaron sus aciertos y yerros. Una curva acentuada del río, que aparece en ellos, no lejos de la Boca del Opón, y que por otra parte no se ve en los dibujos de Humboldt, bien sea en los bocetos hechos en el viaje o en el dibujo de Santa Fe, fue religiosamente incluido en los mapas de Restrepo y de Mosquera y sólo desapareció con los trabajos posteriores de Codazzi.

Vale la pena añadir que en la Cartografía Colombiana fueron incorporados los trabajos de la expedición de Fidalgo a través, precisamente, de los mapas de Humboldt.

#### CONCLUSIONES

Las cuatro páginas, folios 219 y 220, del Libro VII a et b, hoy en la Biblioteca Alemana del Estado en Berlín, son los esquemas dibujados durante la navegación por el Magdalena.

La copia hecha por el Barón, del mapa en cuatro hojas, y dejado a Mutis, es el mapa descubierto por Acevedo Latorre en la Biblioteca Luis Angel Arango, en Bogotá, en donde se encuentra en la actualidad.

Una de las copias no autorizadas por Humboldt, reposa, o al menos se encontraba al finalizar el siglo XIX, en el Depósito Hidrográfico de Madrid.

El ejemplar del mapa en cuatro secciones, que el Barón llevó consigo a Europa y que fue la base, seguramente, para el mapa del Magdalena, publicado en su "Atlas" en 1814, no se encuentra, al menos con los manuscritos del "Diario Inédito", entre los papeles de Humboldt.

Ilustran estas notas los facsímiles de los esquemas que el Barón trazó en el viaje y cuyos originales, como se dijo ya, reposan en la Biblioteca Alemana del Estado en Berlín, y una reproducción, a tamaño natural, del mapa dibujado en Santa Fe. Agradece el autor las filminas de los primeros que le facilitó la Biblioteca de Berlín, y la autorización para reproducir el mapa que gentilmente le concedió la Biblioteca Luis Angel Arango.

#### NOTAS

1. ALEJANDRO DE HUMBOLDT. "Diario Inédito", Libro VII a et b, página 108. Biblioteca Alemana del Estado, Berlín.
2. Véase, por ejemplo: ENRIQUE PÉREZ ARBELÁEZ: "Alejandro de Humboldt en Colombia", página 211, Bogotá, 1959. Editorial Iqueima.
3. HERMANN SCHUMACHER. Südamerikanische Studien, Drei lebens und Cultur-Bilder. Mutis, Caldas, Codazzi, página 119, Berlín, 1884.
4. PHIL HAKSPIEL: Alejandro Humboldt en sus relaciones con Colombia y Venezuela, Boletín de Historia y Antigüedades, N° 90, 1912.
5. ALEJANDRO DE HUMBOLDT. "Diario Inédito", Libro VII a et b, páginas 59 y 60.
6. ANTONIO B. CUERVO: Índice de Planos importantes para Colombia que existen en el Depósito Hidrográfico de Madrid, en: "Colección de Documentos Inéditos Recopilados por Antonio B. Cuervo", Bogotá, 1891, páginas 533 - 541.
7. OLTMANNS JOBBO: "Voyage aux Régions Equinoxiales du Nouveau Continent. Recueil d'observations astronomiques d'operations trigonometriques et de mesures barometriques... Astronomie et Magnetism". Tomo II, Libro VI, páginas 237 - 238 y página, 246 París, 1808.
8. ESPINOSA y TELLO JOSÉ DE: "Carta Esférica del Mar de las Antillas y las costas de Tierra Firme...". Londres, 1810.
9. HUMBOLDT, A. DE: Atlas Géographique et Physique du Nouveau Continent... Paris, 1814.
10. ATLAS DE COLOMBIA. Bogotá, Lit. Arco, 1967. Plancha N° 21.

# EL EFECTO COMPTON INVERSO EN LA ASTROFISICA

Por VLADIMIR GARRIDO O.

Observatorio Astronómico Nacional,  
Facultad de Ciencias,  
Universidad Nacional de Colombia.

## RESUMEN

*Astrofísica Teórica.* Trabajo de presentación del efecto Compton inverso y algunas de sus aplicaciones en Astrofísica. La composición de los rayos cósmicos, la radiación de los objetos cuasistelares y el aumento súbito del brillo en las estrellas ráfagas (flare stars) son examinados brevemente en base al efecto Compton inverso.

## ABSTRACTS

Some topics about the inverse Compton effect and some of its applications to astrophysical problems are presented here.

En los últimos años el interés por el efecto Compton en la Astrofísica ha aumentado considerablemente debido a las aplicaciones que ha encontrado este efecto en la interpretación de muchos fenómenos celestes. Por esta razón, parece razonable una información del efecto Compton y de algunos de sus usos en el campo de la Astrofísica.

Como es sabido, el efecto Compton consiste en la dispersión (Scattering) de un fotón por un electrón. Si, como resultado de esta interacción se obtiene un fotón de baja frecuencia, el fenómeno se denomina simplemente efecto Compton. Sin embargo, el proceso opuesto es también posible obteniéndose en este caso como resultado de la colisión un fotón de alta frecuencia. Este fenómeno, llamado efecto Compton inverso, es el que parece tener más interés en la Astrofísica.

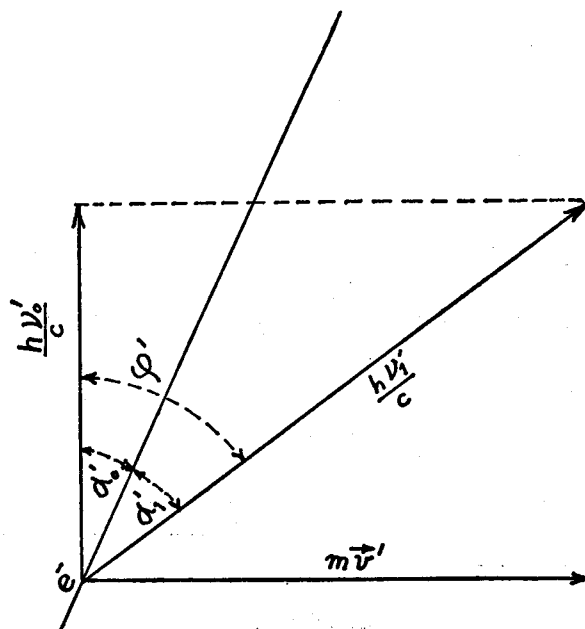
Examinemos inicialmente la posibilidad del efecto Compton inverso. Para esto, es necesario hallar la energía del fotón dispersado en términos de la energía del incidente. Analicemos la colisión en el sistema de referencia  $K'$  con relación al cual el electrón se halla inicialmente en reposo y supongamos que el ángulo de incidencia del fotón es en este sistema  $\alpha_0$ . Como resultado de la colisión el fotón es dispersado y el electrón adquiere cierta cantidad de movimiento. Según las leyes de conservación de la energía y de la cantidad de movimiento tenemos:

$$h\nu'_0 + m_0 C^2 = h\nu'_1 + m_0 C^2 (1 - V_1'^2/C^2)^{-1/2} \qquad h\nu'_0/C = h\nu'_1/C + mV_1'$$

en donde  $h$  es la constante de Planck,  $\nu_0$  la frecuencia del fotón incidente,  $m_0$  la masa de reposo del electrón,  $V_1'$  la velocidad adquirida por el electrón,  $\nu_1'$  la frecuencia del fotón dispersado, y  $C$  la velocidad de la luz.

Los índices 0 y 1 se refieren a las magnitudes antes y después de la interacción, las magnitudes "primas" son las medidas en el sistema de referencia  $K'$ , y  $m = m_0 [1 - V_1'^2/C^2]^{-1/2}$  es la masa relativista del electrón.

(FIGURA Nº 1)



De la figura (1) se ve que:

$$m^2 V_1'^2 = h^2 \nu_0'^2 / C^2 + h^2 \nu_1'^2 / C^2 - (2 h^2 \nu_0' \nu_1' / C^2) \cos \phi' \quad (1)$$

siendo  $\phi' = \alpha_0' + \alpha_1'$  el ángulo de dispersión del fotón. De la ley de conservación de la energía se obtiene:

$$m^2 C^4 = h^2 \nu_0'^2 + h^2 \nu_1'^2 - 2 h^2 \nu_0' \nu_1' + m_0^2 C^4 + 2 h m_0 C^2 (\nu_0' - \nu_1'). \quad (2)$$

Restando la fórmula (1) de la (2) se tiene además:

$$m^2 C^4 - m^2 V_1'^2 C^2 = m^2 C^4 (1 - V_1'^2 / C^2) = m_0^2 C^4 - 2 h^2 \nu_0' \nu_1' (1 - \cos \phi') + 2 h m_0 C^2 (\nu_0' - \nu_1')$$

de donde despejando  $\nu_1'$  se llega a la expresión

$$\nu_1' = \nu_0' [1 + (h \nu_0' / m_0 C^2) (1 - \cos \phi')]^{-1}$$

que da la relación existente entre las frecuencias del fotón dispersado y la del incidente. Por lo tanto, para las energías de dichos fotones se tiene en  $K'$  la siguiente relación:

$$\epsilon_1' = \epsilon_0' [1 + (\epsilon_0' / m_0 C^2) (1 - \cos \phi')]^{-1}. \quad (3)$$

En el sistema de referencia  $K$  en "reposo", con respecto al cual el electrón posee inicialmente una velocidad  $V$ , la energía de los fotones es por supuesto otra.

Para hallar esta energía en el sistema  $K$  debemos utilizar las conocidas fórmulas de transformación de las frecuencias (las magnitudes no "primas" se refieren al sistema  $K$ ).

$$\nu = \nu' [1 - (V/C) \cos \alpha'] [1 - V^2 / C^2]^{-1/2} \text{ o sea para las energías de los fotones:}$$

$$\epsilon = \epsilon' (1 - \beta \cos \alpha') (1 - \beta^2)^{-1/2}, \quad \beta = V/C$$

La transformación inversa da además:

$$\epsilon' = \epsilon (1 + \beta \cos \alpha) (1 - \beta^2)^{-1/2}, \text{ en donde } \alpha \text{ es el ángulo de incidencia del fotón en el sistema de referencia } K.$$

Con la ayuda de estas expresiones, y teniendo en cuenta la expresión (3), se obtiene que la energía del fotón dispersado en el sistema  $K$  es:

$$\epsilon_1 = \Upsilon^2 \epsilon_0 (1 + \beta \cos \alpha_0) (1 - \beta \cos \alpha_1') [1 - (\Upsilon \epsilon_0 / m_0 C^2) (1 + \beta \cos \alpha_0) (1 - \cos \phi')^{-1}]. \quad (4)$$

en donde  $\Upsilon = (1 - \beta^2)^{-1/2}$  es el factor de Lorentz.

De la fórmula (4) concluimos que para  $\Upsilon \epsilon_0 \ll m_0 C^2$  y poniendo para comodidad los factores angulares  $\approx 1$ ,  $\epsilon_1 \approx \Upsilon^2 \epsilon_0$ , es decir que si los fotones incidentes tienen energías comprendidas en el intervalo óptico, los dispersados por electrones veloces ( $\Upsilon$  grande), por medio del efecto Compton, pueden poseer energías elevadas.

El mecanismo del efecto Compton inverso como posible fuente de emisión fuerte conduce naturalmente a su empleo para tratar de dar una explicación de la componente difusa de rayos X y  $\Upsilon$  presentes en la radiación cósmica. Este problema ha sido investigado por J. E. Felten y Ph. Morrison [1] quienes examinan la radiación proveniente de la zona que envuelve nuestra galaxia llamada halo galáctico y también la radiación procedente de otras galaxias. El halo galáctico posee una determinada concentración de electrones relativistas y en Astrofísica presenta interés la potencia irradiada no por un solo electrón sino por toda una región entera. Por otra parte la fórmula (4) indica que la potencia dispersada por un electrón  $P_e(\Upsilon, \rho, \nu)$  depende además de  $\Upsilon$  (de la energía del electrón), de la densidad fotónica  $\rho$  y de la frecuencia  $\nu$ . De esta manera la potencia dispersada por la unidad de volumen de la fuente por unidad de frecuencia y unidad de ángulo sólido debe ser

$$\delta P / \delta \Omega \delta \tau \delta \nu = \int_1^\infty P_e(\Upsilon, \rho, \nu) n(\Upsilon) \delta \Upsilon.$$

para el caso en que la distribución espectral de los electrones  $n(\Upsilon)$  depende sólo de la variable  $\Upsilon$ . Si la región que emite tiene dimensiones  $L = R_2 - R_1$  a lo largo de la línea de observación, la magnitud observable es

$$(I_\nu)_c = \int_{R_1}^{R_2} \left( \frac{\delta P}{\delta \Omega \delta \tau \delta \nu} \right) \delta R. \quad (5)$$

llamada intensidad de la radiación Compton. En la suposición de que tanto la distribución fotónica como la electrónica son isotrópicas y de que los electrones son producidos de manera continua según la ley.

$$Q(\Upsilon) \delta \Upsilon = Q_0 \Upsilon^{-s} \delta \Upsilon \quad (6)$$

en donde  $Q(\Upsilon) \delta \Upsilon$  es el número de electrones producidos en el intervalo de energías  $\delta \Upsilon$  y  $s$  el índice espectral, se obtiene que el número de electrones en el halo con energías en  $\delta \Upsilon$  es

$$n(\Upsilon) \delta \Upsilon = [Q_0 \Upsilon^{-s} / \tau (s - 1)] [p / \Upsilon m_0 C^2 + q + r \Upsilon m_0 C^2]^{-1}. \quad (7)$$

siendo  $\tau$  el volumen del halo galáctico y  $p, q, r$  constantes que caracterizan los diversos procesos de pérdida de energía de los electrones. Es evidente que esta pérdida de energía de los electrones que emiten debe manifestarse en el espectro recibido. De las fórmulas (6) y (7) se deduce además que debe existir un intervalo de la variable  $\Upsilon$  en el cual la distribución espectral no varía en su forma funcional. Para saber los puntos donde el espectro de radiación Compton experimenta cambios debidos a la pérdida de energía de los electrones se hace pues necesario conocer los valores de  $\Upsilon$  en los cuales la distribución espectral varía en su forma funcional.

Una evaluación de estos valores en aceptable aproximación puede ser efectuada igualando los tiempos de vida de los electrones calculados sobre los distintos mecanismos de pérdida de energía esto es

$$t \approx (\gamma m_0 C^2) / (\delta E / \delta t).$$

Conocido este tiempo (puede tomarse el tiempo de difusión de los electrones como resultado de las colisiones aleatorias con las irregularidades del campo magnético y que es del orden de  $3 \times 10^{15}$  seg.) y la derivada  $\delta E / \delta t$  que caracteriza el proceso de pérdida es posible hallar los valores de  $\gamma$  en cuestión. Con estos datos se puede construir teóricamente la forma aproximada del espectro de radiación Comptónica.

Si suponemos que los fotones que intervienen en el proceso Compton inverso provienen de la luz estelar y de una radiación negra a  $3^\circ \text{K}$ , presente en el espacio, la forma del espectro obtenido es aceptable aunque la magnitud de la intensidad es inferior a la observada. Si, además, se toman en cuenta los fotones provenientes de otras galaxias, las intensidades entonces obtenidas son del orden de las observadas en el supuesto que la densidad media de los electrones en el intervalo [1 — 10] G.e.v. sea aproximadamente  $10^{-3}$  veces la densidad en ese mismo intervalo energético en el halo de la Galaxia.

El efecto Compton ha hallado también aplicación en el campo, de investigación relativamente reciente, de las fuentes de radio y en especial de las fuentes de radio cuasi-estelares. Las fuentes cuasi-estelares han sido objeto de gran estudio desde su descubrimiento en 1960. Estos objetos aparecen en las placas como estrellas que poseen variación de brillo. Sin embargo los objetos cuasi-estelares o "cuasars" poseen propiedades que las distinguen de los tipos de estrellas conocidos; su radiación, por ejemplo, no es semejante a la de las estrellas normales. La radiación continua proveniente de los cuasars tiene una componente no térmica de tipo sincrotrónico, esto es del tipo de radiación emitida por electrones relativistas cuando se mueven en un campo magnético. El nombre sincrotrónico se deriva de los aceleradores de partículas elementales en los cuales esta radiación fue observada por primera vez. De esta manera, los objetos cuasi-estelares no poseen las propiedades necesarias para identificarlos con las estrellas y galaxias normales. Existen dos teorías principales para explicar el origen de los cuasars: la teoría del origen local promovida por Teller [2], Hoyle, Burbidge y otros y la teoría del origen cosmológico. Según la teoría local los cuasars son objetos que han sido expulsados de nuestra Galaxia o de galaxias vecinas a grandes velocidades como consecuencia de algún proceso catastrófico. La gran velocidad de recesión de los objetos cuasi-estelares explicarían, según la teoría local, los corrimientos al rojo que exhiben los espectros de dichos objetos (efecto Doppler).

Por otra parte, según la teoría cosmológica, los cuasars son objetos muy lejanos y el corrimiento al rojo en sus espectros se debe precisamente a las enormes distancias a que se hallan de nosotros. En el corrimiento al rojo pronosticado por la teoría general de la relatividad, la velocidad de recesión  $V$  es directamente proporcional a la distancia:  $V = Hl$ , en donde  $H$  es la llamada constante de Hubble.

Los argumentos a favor y en contra de cada una de estas teorías son variados. Aquí nos vamos a limitar a examinar en un ejemplo el papel desempeñado por la radiación Compton inversa en estas teorías de los objetos cuasi-estelares.

Es aceptado en general que la radiación, en el infrarrojo y en radio frecuencias, proveniente de los cuasars es esencialmente de carácter sincrotrónico. En una región con cierta concentración de partículas relativistas y en presencia de un campo magnético la radiación sincrotrónica debe sumarse a la radiación debida al efecto Compton inverso. De aquí que presente interés conocer las potencias de radiación de cada uno de estos procesos.

Examinemos primeramente la radiación sincrotrónica de una partícula relativista que posee una carga eléctrica  $e$ . La potencia irradiada es evidentemente  $P_\tau = -\delta E / \delta t$ ,  $E$  es la energía de la partícula. La importancia de la potencia se deduce del hecho que esta magnitud es invariante con relación a transformaciones de Lorentz. Para comprobar esto, tengamos en cuenta que la energía es proporcional a la cuarta componente  $P_\tau$  del vector energía-impulso.

$P_\alpha = (P_x, P_y, P_z, iE/C)$ ;  $P_\tau = iE/C$ ;  $C$  velocidad de la luz en el vacío. La transformación de Lorentz correspondiente a giros en el plano  $(x, \tau)$  conduce a que las componentes de  $P_\alpha$  se transformen de la manera siguiente:

$$P_x = [P'_x + (E'/C^2) V] [1 - V^2/C^2]^{-1/2}; P_y = P'_y; P_z = P'_z$$

$$E = P_\tau / Ci = (E' + VP'_x) (1 - V^2/C^2)^{-1/2} \quad (8)$$

en donde  $V$  es la velocidad del nuevo sistema de referencia  $K'$  con relación al sistema de referencia en "reposo"  $K$ , refiriéndose todas las magnitudes "primas" a las observadas en  $K'$ .

Si como nuevo sistema de referencia  $K'$ , tomamos el fijo instantáneamente con la partícula, de (8) obtenemos

$$E = E' (1 - V^2/C^2)^{-1/2},$$

de esta expresión y de la fórmula de transformación de Lorentz para los intervalos de tiempo

$$\Delta t = \Delta t' (1 - V^2/C^2)^{-1/2}$$

se obtiene fácilmente

$$\delta E / \delta t = (1 - V^2/C^2)^{-1/2} (\delta E' / \delta t') (1 - V^2/C^2)^{1/2} = \delta E' / \delta t'$$

es decir que,

$$-\delta E/\delta t = -\delta E'/\delta t = i n v$$

lo que demuestra la invariancia de la potencia.

En el caso de partículas no relativistas la potencia se expresa por la fórmula

$$-\delta E/\delta t = (2/3) e^2 a^2 / C^3. \quad (9)$$

siendo  $a$ , la aceleración de la partícula. Sin embargo, es evidente que (9) es válida en el sistema de referencia  $K'$  ya escogido, esto es,

$$\delta E'/\delta t' = - (2/3) (e^2/C^3) (a')^2 = - (2/3) (e^2/C^3) (a'_a)^2.$$

Para obtener la potencia en el sistema  $K$  nos resta transformar la aceleración a este sistema de referencia con la ayuda de la conocida fórmula de transformación para el cuadrado de la aceleración:

$$a_a^2 = \left\{ \dot{V}^2 - [(V/C) \dot{V}]^2 \right\} (1 - V^2/C^2)^{-3}$$

(el punto significa diferenciación con respecto al tiempo).

y hacer uso de la invariancia de la potencia para obtener

$$\delta E/\delta t = \delta E'/\delta t' = - (2e^2/3C^3) \left\{ V^2 - [(V/C) \dot{V}]^2 \right\} (1 - V^2/C^2)^{-3}$$

Esta expresión puede ser simplificada usando la igualdad

$$[V \dot{V}]^2 = V^2 \dot{V}^2 - (V \dot{V})^2$$

lo que da

$$\delta E/\delta t = - (2e^2/3C^3) \left\{ \dot{V}^2 (1 - V^2/C^2) + (V \dot{V})^2/C^2 \right\}. \quad (10)$$

Si, como en el caso de la radiación sincrotrónica, la partícula se mueve en un campo electromagnético, tenemos

$$a \equiv \dot{V} = (e/m_0) (1 - V^2/C^2)^{-1/2} \left\{ \epsilon + [V H]/C - V (V \epsilon)/C^2 \right\},$$

$m_0$  masa de reposo de la partícula,  $\epsilon$ ,  $H$  intensidades del campo eléctrico y magnético respectivamente. De manera que en este caso se obtiene:

$$\dot{V}^2 (1 - V^2/C^2) + (V \dot{V})^2/C^2 = (e^2/m_0^2) (1 - V^2/C^2)^2 \left\{ (\epsilon + [V H]/C)^2 + V^2 (V \epsilon)^2/C^4 - 2 (V \epsilon)^2/C \right\} \\ + (e^2/m_0^2) (1 - V^2/C^2)^3 (V \epsilon)/C^2 = (e^2/m_0^2) (1 - V^2/C^2)^2 \left\{ (\epsilon + [V H]/C)^2 - (V \epsilon)^2/C^2 \right\},$$

reemplazando esta expresión en (10) se llega a la fórmula

$$(\delta E/\delta t) = - (2e^4/3m_0^4 C^3) [m_0 C^2 (1 - V^2/C^2)^{-1/2}]^2 \left\{ (\epsilon + [V H]/C)^2 - (V \epsilon)^2/C^2 \right\},$$

e introduciendo la energía de la partícula

$$E = \gamma m_0 C^2, \quad \gamma = (1 - V^2/C^2)^{-1/2}$$

obtenemos

$$\delta E/\delta t = - (2e^4 \gamma^2/3 m_0^2 C^3) \left\{ (\epsilon + [V H]/C)^2 - (V \epsilon)^2/C^2 \right\}$$

De aquí, si  $\epsilon = 0$  es decir existe solamente el campo magnético y si la velocidad  $V$  es perpendicular a este campo obtenemos para el caso de partículas muy veloces (caso ultrarrelativista)

$$\delta E/\delta t = - (2e^4 \gamma^2/3 m_0^2 C^3) H^2 = -2r_0^2 C \gamma^2 H^2/3$$

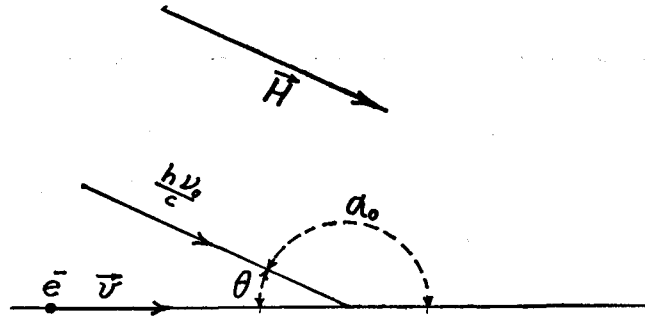
en donde  $r_0 = e^2/m_0 C^4$  es el radio clásico del electrón. De esta manera se llega a la fórmula de Schwinger para la potencia sincrotrónica de electrones ultrarrelativistas.

$$P_s = 2r_0^2 C \gamma^2 H^2/3. \quad (11)$$

La potencia de la radiación Compton inversa en los objetos cuasi-estelares ha sido evaluada por Hoyle, Burbidge y Sargent [3] en la suposición de una distribución isotrópica de los electrones. Como resultado de esta evaluación, estos autores obtienen que la potencia de la radiación Compton inversa es superior a la sincrotrónica si suponemos que los cuasars se hallan a distancias cosmológicas lo cual contradice el origen sincrotrónico de la radiación de esos objetos en el infrarrojo y en radio frecuencias. Por el contrario, si suponemos que los objetos cuasi-estelares se hallan relativamente cercanos, a una distancia del orden de 10 (megaparsecs), estas dificultades en la interpretación del espectro desaparecen. Este resultado es considerado por los antedichos autores como un argumento en contra de la teoría cosmológica. Sin embargo, Woltjer [4] considera que el resultado obtenido por Hoyle, Burbidge y Sargent es una consecuencia de la suposición de la isotropía de la distribución de los electrones. En la hipótesis de que los electrones se desplazan en un estrecho cono con relación a las líneas de fuerza de un campo magnético radial es posible demostrar que la relación entre las potencias de radiación Compton inversa y sincrotrónica depende de la tangente del ángulo formado por los electrones y las líneas del campo magnético, de esta manera la radiación Compton inversa se hace pequeña en comparación con la sincrotrónica al disminuir el ángulo de inclinación de los electrones con relación al campo magnético.

Para obtener este resultado examinemos un haz de fotones paralelo al campo magnético y supongamos que el electrón se desplace formando un ángulo  $\theta$  con relación al campo magnético. La interacción del electrón con los fotones observada desde el sistema de referencia en "reposo"  $K$  está representada en la fig. 2.

(FIGURA N° 2)



De esta figura notamos que  $\theta = \pi - \alpha_0$ . Para electrones ultrarrelativistas la desigualdad  $\gamma \epsilon_0 \ll m_0 c^2$  reduce la fórmula (4) a la expresión

$$\epsilon_1 = \gamma^2 \epsilon_0 (1 + \beta \cos \alpha_0) (1 - \beta \cos \alpha_1) \quad (12)$$

para la energía del fotón dispersado. Además de la fig. 1 tenemos

$\phi' = \alpha_0' + \alpha_1'$ ;  $\theta' = \pi - \alpha_0'$ ;  $\alpha_1' = \phi' + \theta' - \pi$ ;  
introduciendo estos ángulos en (12), obtenemos

$$\epsilon_1 = \gamma^2 \epsilon_0 (1 - \beta \cos \theta) [1 + \beta \cos (\phi' + \theta')] \quad (13)$$

Estamos interesados ahora en calcular la potencia total dispersada por un electrón por medio del mecanismo Compton inverso. La fórmula (13) da la energía de uno de los fotones dispersados en el ángulo  $\phi'$ ; para hallar la energía total dispersada en este ángulo por unidad de tiempo (potencia) es necesario evidentemente conocer el número de fotones dispersados en el ángulo  $\phi'$ . Para esto introducimos el flujo de fotones incidentes  $I_0 = n' C$ ,  $n' (\epsilon_0')$ , densidad de fotones en el haz incidente. Supongamos que por una superficie que se ve desde el centro dispersor (en el sistema de referencia  $K'$ ) bajo el ángulo sólido  $\delta \Omega$  pasan en la unidad de tiempo un total de  $\delta N$  fotones; la relación  $\delta \sigma = \delta N / I_0$  se denomina sección eficaz diferencial y caracteriza el proceso de dispersión de los fotones por el electrón. Notemos que la sección eficaz tiene dimensiones de una superficie y ponemos por esto  $\delta \sigma = \sigma \delta \Omega$  siendo  $\sigma$  la sección eficaz misma. En consecuencia el número de fotones dispersados en los límites del ángulo sólido  $\delta \Omega$  es, en el sistema de referencia asociado con el electrón,

$$\delta N' = \delta \sigma' I_0 = 2 \pi \sin \phi' n' (\epsilon_0') C \sigma' (\phi', \epsilon_0') \delta \phi' \quad (14)$$

puesto que  $\delta \Omega = 2 \pi \sin \phi' \delta \phi'$ .

La potencia total dispersada por el electrón, en  $K'$  se halla multiplicando la energía del fotón dispersado en el ángulo  $\phi'$  en este sistema de referencia por  $\delta N'$  dada por la fórmula (14) e integrando por todos los ángulos posibles de dispersión y por todas las energías  $\epsilon_0'$ .

$$P'_c = \int_0^\pi \int_0^\pi 2 \pi \sin \phi' \epsilon_1 n' (\epsilon_0') C \sigma' (\phi', \epsilon_0') \delta \phi' \delta \epsilon_0'$$

Para calcular la potencia Compton inversa total en el sistema de referencia  $K$  es necesario transformar la sección eficaz a este sistema. Esta magnitud se expresa en  $K$  por medio de la fórmula de transformación

$$\sigma = \sigma' (1 + \beta \cos \alpha_0) = \sigma' (1 - \beta \cos \theta)$$

de manera que en este sistema se obtiene para la potencia

$$P_c = \int_0^\pi \int_0^\pi \epsilon_1 2 \pi \sin \phi' n (\epsilon_0) C \sigma' (1 - \beta \cos \theta) \delta \phi' \delta \epsilon_0. \quad (15)$$

Reemplazando en (15) la expresión (13) para  $\epsilon_1$  obtenemos además

$$P_c = \int_0^\pi \int_0^\pi 2 \pi \gamma^2 \epsilon_0 (1 - \beta \cos \theta) [1 + \beta \cos (\phi' + \theta')] \sin \phi' n (\epsilon_0) \times C \sigma' (1 - \beta \cos \theta) \delta \phi' \delta \epsilon_0.$$

$$P_c = 2 \pi \gamma^2 (1 - \beta \cos \theta)^2 \int_0^\pi \int_0^\pi \epsilon_0 \sin \phi' n (\epsilon_0) C \sigma' [1 + \beta \cos (\phi' + \theta')] \delta \phi' \delta \epsilon_0. \quad (16)$$

En el caso general la sección eficaz de la interacción Compton en el sistema de referencia  $K'$  asociado con el electrón depende del ángulo de dispersión  $\phi'$  y de la energía  $\epsilon_0$  de los fotones incidentes; la sección eficaz diferencial de este proceso es calculada en electrodinámica cuántica y viene dada por la siguiente expresión conocida con el nombre de fórmula Klein - Nishina:

$$\delta \sigma = \frac{1}{2} r_0^2 (\nu_0' / \nu_0')^2 [\nu_0' / \nu_0' + \nu_0' / \nu_0' - \sin^2 \phi'] \delta \Omega,$$

$\nu_0', \nu_0'$ , frecuencias del fotón antes y después de la interacción respectivamente. Para nuestra aproximación  $\gamma \epsilon_0 \ll m_0 c^2$  la fórmula de Klein-Nishina se reduce a la sección eficaz de Thomson que depende solamente del ángulo de dispersión

$$\sigma' (\phi') = r_0^2 (1 + \cos^2 \phi') / 2.$$

Introduciendo la sección eficaz de Thomson en (16) se obtiene

$$P_c = \pi \Upsilon^2 r_0^2 I (1 - \beta \cos \theta)^2 \int_0^\pi \sin \phi' (1 + \cos^2 \phi') [1 + \beta \cos (\phi' + \theta')] \delta \phi'. \quad (17)$$

en donde

$$I = \int_0^\infty \epsilon_0 C n(\epsilon_0) \delta \epsilon_0.$$

Por otra parte los ángulos  $\theta'$  y  $\theta$  están relacionados entre sí por medio de la fórmula de transformación

$$\operatorname{tg} \theta' = \Upsilon^{-1} (\cos \theta - \beta)^{-1} \operatorname{sen} \theta = -\Upsilon^{-1} (\beta - \cos \theta)^{-1} \operatorname{sen} \theta.$$

por lo tanto para electrones ultrarrelativistas para los cuales  $\Upsilon$  es grande podemos poner  $\theta' \approx \pi$ . En este caso de (17) se obtiene integrando por  $\phi'$

$$P_c = (8 \pi \Upsilon^2 r_0^2 / 3) (1 - \beta \cos \theta)^2 r_0^2 I$$

puesto que  $\beta \approx 1$  podemos escribir

$$P_c = (8 \pi / 3) \Upsilon^2 r_0^2 I (1 - \cos \theta)^2 = (8 \pi / 3) \Upsilon^2 r_0 I (2 \operatorname{sen} \theta / 2)^2.$$

De esta manera la potencia buscada es

$$P_c = (3 \cdot 2\pi / 3) \Upsilon^2 r_0^2 I \operatorname{sen}^4 \theta / 2. \quad (18)$$

Comparando las expresiones (18) y (11) para las radiaciones Compton inversa y sincrotrónica respectivamente obtenemos

$$P_c / P_s = (4\pi I / CH^2) \operatorname{tg}^2 \theta / 2. \quad (19)$$

puesto que en el caso general (11) debe ser escrita en la forma

$$P_s = (2/3) r_0^2 C H_1^2 = (2/3) r_0^2 C H^2 \operatorname{sen}^2 \theta.$$

$H_\perp$  componente del campo magnético perpendicular a la velocidad de la partícula. De (19) concluimos que a medida que el ángulo  $\theta$  disminuye la pérdida de energía del electrón como resultado del efecto Compton inverso se hace pequeña en comparación con la radiación sincrotrónica. De esta manera, si la distribución de los electrones en la fuente no es isotrópica el efecto Compton inverso no contradice la interpretación cosmológica de los objetos cuasi-estelares.

Hacia el año de 1960 se observó que en ciertas estrellas el brillo integrado experimenta aumentos súbitos, sin periodicidad aparente alguna. Estos aumentos ocurren esencialmente en la región ultravioleta del espectro. Estas estrellas, que han sido llamadas "estrellas ráfagas" (flare stars) fueron observadas por primera vez en las vecindades del Sol aunque después lo han sido en grupos estelares como en las Pleiades, las Hyades, la Nebulosa de Orión, etc. [5]. Es de anotar que las "ráfagas" se observan en estrellas de distinta clase espectral. Entre los mecanismos propuestos para explicar el aumento de brillo súbito de las "estrellas ráfagas" se encuentra el efecto Compton inverso. El incremento de la radiación ultravioleta en base al efecto Compton inverso ha sido estudiado por G. A. Gurzadián [6], [7], [8]. Según Gurzadián, la aparición de electrones relativistas en las zonas exteriores de las atmósferas estelares y su interacción Comptónica inversa con fotones de larga longitud de onda puede ser la causa de los aumentos bruscos del brillo en las estrellas. Esta teoría predice que además del aumento de la radiación en el ultravioleta (ráfaga positiva) debe existir durante el fenómeno una zona del espectro con intensidad nula llamada región crítica con longitud de onda  $\lambda = \lambda \text{ crit.}$ ; además para longitudes de onda  $\lambda < \lambda \text{ crit.}$  debe observarse una disminución del brillo de la estrella (ráfaga negativa). La zona  $\lambda < \lambda \text{ crit.}$  coincide con la región infrarroja del espectro; de esta manera, uno de los métodos para comprobar la teoría sería efectuar observaciones paralelas y simultáneas en las regiones ultravioleta e infrarroja del espectro durante la ocurrencia de las ráfagas. Sin embargo, es de anotar que las observaciones en el infrarrojo se deben dificultar un tanto debido a que la intensidad teórica de la ráfaga negativa es varias veces inferior a la positiva.

#### BIBLIOGRAFIA

1. FELTEN, J. E. y MORRISON, PH. 1966. The Astrophysical Journal. 146, 686.
2. TERREL, J. 1964. Science, 145, 918.
3. HOYLE F. BURBIDGE, G. R. y SARGENT, W. L. 1966. Nature, 209, 571.
4. WOLTJER, L. 1966. The Astrophysical Journal. 146, 597.
5. HARO, G. 1968. Stars and Stellar Systems, Vol. VII: Nebulae and Interstellar Matter. Ed. Barbara M. Middlehurst and Lawrence H. Aller. The University of Chicago.
6. GURZADIÁN, G. A. 1965. Astrofísica - 3, 319.
7. GURZADIÁN, G. A. 1966. Astrofísica - 2, 217.
8. GURZADIÁN, G. A. 1966. Boletín de la Academia de la U.R.S.S. 166 Nº 1, 53.